5.06(49.3) B1
cv

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A.M.N.H.
1922

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

LIBRARY
OF THE
AMERICAN MUSEUM
OF NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06(493) B1

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME VINGT-SIXIÈME

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1889

21-85390 Aug. 3

LES

VICTIMES DE L'ÉLECTRICITÉ [1]

L'électricité, c'est la vie : *Electricity is life*, disent les charlatans qui exploitent le mystérieux agent. Nous ne contredirons pas ce nouveau dicton anglais, mais il serait bon néanmoins de formuler quelques réserves relativement à la dose à laquelle il convient d'administrer cette panacée universelle : le misérable que l'État de New-York faisait exécuter par l'électricité, le 9 janvier dernier, en avait évidemment trop pris. Mais il y a des victimes plus innocentes et par suite plus intéressantes que celle-là. Les malheureux que frappe la foudre, les imprudents qui se font tuer au contact des conducteurs par lesquels on distribue l'énergie électrique, sont plus nombreux qu'on ne le croit généralement. En France seulement, il y a eu, de 1868 à 1876, en neuf ans, 1102 personnes tuées sur le coup par la foudre, soit 122 victimes par année en moyenne; d'autre part, les applications industrielles de l'électricité ont coûté la vie à plus de 800 hommes, tant en Europe qu'en Amérique, depuis 1870. Cette statistique

(1) Conférence faite, le 4 mai 1889, à l'assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles.

témoigne de l'importance de la question que nous nous proposons de traiter. L'étude consciencieuse des accidents produits par l'électricité s'impose aux sociétés savantes, en cette époque où le rôle de ce grand auxiliaire de notre civilisation va toujours grandissant dans le monde ; il faut que l'on découvre le moyen de diminuer le nombre des victimes, et que l'on indique la nature des secours dont elles ont besoin. Nous avons, il est vrai, peu de ressources pour nous garantir du feu du ciel ; mais il est possible de se précautionner contre les hauts voltages en usage aujourd'hui. Cherchons donc à formuler des préceptes de prudence qui soient la sauvegarde de tous, en même temps que nous tracerons des règles de conduite pour atténuer la gravité des accidents qui n'auront pu être évités.

Mais, avant d'aborder notre sujet, il est nécessaire de nous entendre sur la valeur des termes que nous emploierons et de les définir avec netteté.

Nous parlerons beaucoup d'électricité et de fluide électrique ; qu'est-ce que l'électricité ?

Voilà bien la question la plus embarrassante qui puisse m'être posée.

Un professeur l'adressait un jour à un candidat au baccalauréat : « Qu'est-ce que l'électricité ? » lui disait-il. Le pauvre jeune homme réfléchit et, ne trouvant rien à répondre, il se troubla : « Je l'ai su, balbutia-t-il, mais je l'ai oublié. — Quel malheur ! s'écria l'interrogateur ; le seul homme en France qui ait su ce qu'est l'électricité, voilà qu'il l'a oublié ! »

Notre professeur était facétieux, et il cherchait à amuser la galerie. De fait, est-il bien vrai qu'aucun homme en France ne sache ce qu'est l'électricité ?

Distinguons.

« Quand on ne me demande pas ce qu'est le temps, disait saint Augustin, je le sais bien ; quand on me le

demande, je ne le sais plus : *Si nemo ex me quærat, scio; si quærenti explicare velim, nescio.* »

Demandez à un philosophe ce qu'est l'espace, à un artiste ce qu'est le beau, à un peintre ce qu'est le coloris, à une femme ce qu'est la douceur et la grâce, ils ne vous répondront pas ; et pourtant ils le savent très bien.

J'en dirai autant de l'électricité : si l'on me questionnait, il me faudrait plusieurs heures pour répondre, et je paraîtrais vouloir déguiser mon ignorance derrière un long exposé, qui ne pourrait se résumer en deux mots.

Et pourtant, je crois savoir ce qu'est l'électricité.

Ce n'est assurément pas une substance, c'est un accident, une manière d'être; ce n'est certainement pas un fluide, c'est un mode particulier de mouvement, que l'on crée par une dépense de travail mécanique, chimique ou physique, dont le rôle n'est autre que de distribuer, de répartir, de transformer et de transmettre l'énergie. En se développant, l'électricité emmagasine l'énergie ; elle la restitue après l'avoir transportée au loin ; c'est donc un *transmetteur d'énergie.*

Rien de plus net dans mon esprit ; mais que cette formule est donc embarrassante dans le discours !

Il est bien plus simple de continuer à dire que l'électricité est un fluide. En réalité, nous ne le croyons pas, mais le mot s'impose dans l'usage et nous le gardons.

Écoutez ce qu'écrivait déjà Coulomb, à la fin du siècle dernier, en tête d'un de ses plus beaux mémoires : « Je préviens que, dans la supposition des deux fluides électriques, je n'ai d'autre intention que de présenter, avec le moins d'éléments possibles, les résultats de l'expérience et du calcul, et non d'indiquer les véritables causes de l'électricité. »

La science a beaucoup marché depuis Coulomb, mais la terminologie n'a guère changé, et nous employons encore les mêmes termes de convention pour abréger la phrase et exposer nos connaissances.

Nous ne craignons donc pas de dire, en langage figuré, « que la foudre frappe, qu'elle est tombée, que les fluides s'accumulent, qu'ils suivent les conducteurs, qu'ils s'écoulent par les pointes, » etc.

Cette déclaration nous a paru nécessaire au début de cet exposé, afin de dissiper toute équivoque, et d'éviter toute interprétation erronée de nos paroles. Il est donc bien entendu qu'il n'y a pas de fluides électriques, mais que tout se passe comme s'il en existait, et que nous gardons le mot parce que nous n'en possédons pas d'autre.

L'électricité devient homicide sous la forme d'*étincelle*, et alors c'est la foudre, l'éclair, le feu du ciel, l'arme terrible dont on armait le grand Maître de l'Olympe ; ou bien sous la forme beaucoup plus discrète, mais tout aussi redoutable, de *courants* produits par l'industrie humaine. L'agent est le même dans les deux cas, comme de Romas, Dalibard et Franklin l'ont démontré ; cette identité de cause se manifestera du reste à nous par la similitude des effets. L'étincelle et le courant pourraient être étudiés séparément ; mais on tire grand profit de la comparaison qui s'établit forcément entre les divers modes de fulguration. Nous examinerons donc d'abord les phénomènes produits par l'électricité atmosphérique, pour mieux connaître les actions des courants à haute tension.

I

Commençons par l'électricité des nuées.

Le fait en lui-même de l'éclair fulgurant est parfaitement connu et expliqué. Un nuage orageux, chargé d'électricité positive, venant à s'approcher du sol, y attire l'électricité de nom contraire, et la tension devient suffisante pour que les deux fluides se recombinent et produisent une étincelle dont l'œil suit la traînée lumineuse ; on

dit alors que la foudre est tombée. En théorie, rien de plus simple.

Mais les conditions dans lesquelles la foudre exerce sa redoutable puissance sont extrêmement diverses. Les hommes ont commencé d'en faire l'histoire depuis les temps les plus reculés, et nous trouvons dans Aristote, Pline et Sénèque un grand nombre d'observations bien relevées et très minutieusement décrites ; depuis lors, cette littérature spéciale s'est enrichie d'une foule de documents nouveaux, qu'Arago a réunis dans sa belle notice sur le tonnerre. Il semble que l'extrême variété des accidents qu'il rapporte défie l'imagination la plus fantastique, et que tous les cas possibles aient été épuisés ; il n'en est rien, car les journaux nous font connaître chaque année des formes nouvelles de fulguration.

Je voudrais d'abord vous donner une idée des caprices de la foudre.

Le fluide semble se jouer de ses victimes : il passe dans les groupes, terrasse les uns, tue les autres, s'acharne sur les métaux, les abandonne, déchire des vêtements, arrache des clous de souliers, brise des corps non conducteurs et les projette au loin, en épargnant quelquefois ceux qu'il a le plus violemment dépouillés.

Voici quelques faits étranges, relevés entre mille autres :

MM. de Gautran et d'Aussac se promenaient à cheval, en 1781, aux environs de Castres, quand un orage éclate ; un coup de foudre renverse cavaliers et montures. M. de Gautran seul se relève ; mais le pommeau de son épée est fondu, ainsi que la pointe de la lame et le bout métallique du fourreau, alors que le bois de la gaîne est percé en plusieurs points ; son cheval est tué, mais le cavalier n'a pas la moindre lésion. Son épée a fait l'office d'un paratonnerre.

Un cas analogue a été signalé au mois d'août 1805, dans un village de la Haute-Loire : deux petites filles sont

couchées dans le même lit, mais sous l'oreiller de l'une d'elles se trouve un chandelier de cuivre; un coup de foudre tue sa compagne, et elle en est quitte pour l'émotion, sauvée par le chandelier qui est brisé par le fluide.

Mais voyez quelle bizarrerie dans la marche du fluide : à Philadelphie, le 11 juillet 1770, la foudre suit une tige de cuivre qu'elle fond, et elle n'exerce aucune action sur une tige de fer qui forme son prolongement.

Des corps mauvais conducteurs ont été portés par la foudre à une température élevée : ainsi Bayle rapporte qu'un verre placé sur une table se trouva tellement déformé par la foudre, qu'il pouvait à peine rester debout sur sa base, ce qui implique nécessairement un ramollissement de la substance vitreuse.

Le 15 mars 1773, il se donnait une grande soirée dans un palais de Naples; la réception avait lieu dans une suite de neuf salons, que le fluide électrique traversa en enfilade, passant au milieu de cinq cents personnes sans en blesser aucune ; mais de Saussure constata le lendemain que toutes les dorures des corniches et des plafonds, des chambranles, des portes, des fauteuils, et en général de tous les meubles adossés au mur, avaient été entièrement volatilisées.

J'ai observé un phénomène semblable dans le presbytère de Walheim dans la Haute-Alsace : tous les cadres avaient été dépouillés de leur or, comme si un voleur avait passé par là et fait main basse sur tout le métal précieux.

Souvent, du reste, la foudre affecte les allures d'un voleur. On rapporte qu'une dame fut un jour frappée, et que le bracelet d'or qu'elle portait disparut si complètement qu'on n'en retrouva d'autre vestige que des traces noires au poignet, accompagnant de légères brûlures. Mais voici qui est plus singulier encore : une épingle de cuivre, qui servait à retenir la chevelure d'une jeune fille, fut volatilisée sans que ses cheveux fussent brûlés et sans

qu'elle éprouvât aucun mal. Arago n'a pas craint de paraître trop crédule en rapportant ces faits, quelque extraordinaires qu'ils paraissent au premier examen ; c'est ici, plus qu'en toute autre question, que

Le vrai peut quelquefois n'être pas vraisemblable.

Mais laissons les caprices de la foudre, et cherchons à classer les accidents, en nous bornant d'abord aux choses, nous réservant d'étudier ensuite les actions physiologiques.

Les effets de l'éclair fulgurant sont calorifiques, mécaniques ou chimiques.

Les phénomènes de fusion sont extrêmement fréquents. Tout le monde sait l'histoire de cette clef, qui se trouva soudée au clou auquel on venait de la suspendre, au moment où un vif éclair traversait l'appartement. Les métaux sont rougis, fondus et quelquefois volatilisés. A Saint-Paul de Londres, une barre de fer de 10 centimètres de large sur 12 millimètres d'épaisseur acquiert la chaleur rouge ; à bord du paquebot le *New-York*, une chaîne de fer de 40 mètres de long, formée de chaînons de 6 millimètres d'épaisseur, est fondue sur toute sa longueur, depuis le sommet du grand mât jusqu'à l'extrémité qui trempait dans la mer ; dans les maisons frappées par le météore, les fils de sonnettes qui courent le long des murs y dessinent une trace noire produite par la projection des vapeurs métalliques, comme dans l'expérience classique du portrait de Franklin.

Quelquefois le fluide n'élève pas la température des conducteurs, mais il les plie, les perce et les brise.

Arago rapporte que, le 12 juin 1825, Mme la marquise de Palarez fut frappée à Cordoue ; elle fut renversée, et son châle prit feu ; une chaîne d'or qu'elle portait au cou se trouva rompue et projetée à une grande distance, sans présenter aucune trace de fusion. A Crémone, en 1777,

un violent coup de foudre perça une girouette de métal et brisa une barre de fer de 12^{mm} de diamètre, sans la rougir ni la fondre. On a vu des poteaux télégraphiques brisés et déchiquetés, les fils restant intacts et soutenant les parties supérieures du poteau ; le courant ne s'était donc pas établi dans le conducteur métallique. Que de fois on a constaté que le fluide ne suit pas les inflexions des barres épaisses de paratonnerres, et qu'il les quitte aux coudes brusques, absolument comme si le fer n'était pas conducteur.

Les actions mécaniques produites par l'électricité témoignent fréquemment d'une puissance énorme ; en voici quelques exemples, relevés entre nombre d'autres, qui sont consignés dans les annales de la foudre. L'un d'eux a été observé à Cherbourg par M. Liais, dans l'orage du 17 juillet 1852 : le mât de misaine du *Patriote* fut frappé par le météore et fendu sur une longueur de 26 mètres ; or, un fragment de bois de 2 mètres de long, ayant 20 centimètres d'équarrissage, alla percer à 80 mètres de distance une cloison de chêne épaisse de 3 centimètres, et s'y enfonça de près de moitié de sa longueur.

Le 7 avril 1887, M. Colladon observait un effet analogue, dans le petit village bernois de Schoren, aux environs de Langenthal : un peuplier superbe, de 20 mètres de haut, mesurant $2^{m},85$ de circonférence à la base, isolé au milieu de la grande place, comme un arbre de la liberté, fut fendu de haut en bas ; un certain nombre de gros éclats du tronc, pesant plus de 50 kilogr., furent retrouvés à 400 mètres de là, et les dégâts produits dans tout le village purent être comparés à ceux qu'aurait produits l'explosion d'une poudrière.

Le 14 mai 1887, un orage épouvantable éclatait sur le petit village d'Eza (Alpes-Maritimes), et M. Hubert adressait une note à l'Académie sur deux coups de foudre d'une intensité formidable, qui avaient produit de grands rava-

ges. Le premier avait démoli un versant du toit de l'église; après avoir fondu, tordu, brisé et projeté au loin les tuyaux de descente des eaux pluviales, il s'était perdu dans le sol en y creusant un trou de près d'un mètre de profondeur. L'autre coup avait renversé une partie des ruines d'une ancienne construction romaine, puis il avait broyé un rocher de 20 mètres cubes au moins et en avait dispersé les fragments dans un rayon de plus d'un hectomètre.

Le 9 janvier de la même année, à l'usine à gaz de Fécamp, une cheminée de 30 mètres de hauteur fut détruite par un coup de foudre, et les débris furent semés à plus de 400 mètres de distance.

Ce dernier exemple montre bien clairement que ces projections et ces explosions ne peuvent être attribuées à la tension de la vapeur d'eau subitement produite dans la masse du corps foudroyé, attendu que cette cheminée était en feu pour le service de l'usine, et que la maçonnerie était parfaitement sèche; on doit donc admettre bien réellement une force brisante et répulsive du fluide lui-même, et il faut reconnaître que cette force est puissante, puisqu'elle est capable de produire de tels effets de division et de propulsion.

Les actions chimiques sont mal connues, et nous signalerons seulement l'odeur de l'ozone qui se développe après les coups de foudre (c'est l'odeur sulfureuse dont parle Arago et qu'il renonce à expliquer), et quelques cas d'images photo-électriques extrêmement étonnants, mais assez mal observés; nous n'insisterons donc pas sur ce point.

Ces divers phénomènes sont les effets normaux, pour ainsi dire, de l'électricité. Leur intensité témoigne des énormes quantités d'électricité mises en mouvement, et des tensions colossales qui sont la cause de ce mouvement. Cherchons en effet combien il faudrait d'ampères pour élever de 500 degrés la température de cette barre de fer

de Saint-Paul, mesurant 10 centimètres de large et 12 millimètres d'épaisseur. Nous pouvons poser l'équation

$$AI^2Rt = LSDC\theta,$$

dans laquelle A est l'équivalent calorifique du travail, I l'intensité du courant, R la résistance du conducteur, L, S, D, C, sa longueur, sa section, sa densité et sa capacité calorifique, t le temps, et θ l'élévation de température; supposons que le courant dure une seconde, et calculons I : nous trouvons une intensité de courant de 166 000 ampères (1).

A dire vrai, ce chiffre n'est guère plus admissible que les millions de degrés que le P. Secchi attribuait à la température du Soleil, mais il nous donne une idée de la puissance du météore. Quant à sa tension, elle atteint sans doute des millions de volts, puisqu'il faut une tension de plusieurs milliers de volts pour franchir un intervalle de quelques centimètres entre deux conducteurs, et que l'éclair peut avoir 15 kilomètres de longueur. Ici encore nos déductions ne sont pas rigoureuses, car la différence de potentiel nécessaire pour produire une étincelle n'augmente pas en proportion de sa longueur, dès que celle-ci dépasse une certaine valeur (2). Mais nos étincelles sont bien courtes à côté de ces longs sillons de feu qui déchirent la nue! Or, la différence de potentiel entre les bornes de la plus puissante bobine de Ruhmkorff, donnant 40

(1) L'équation donne, quand on y fait $t = 1$:

$$I^2 = \frac{LSDC\theta}{AR} = \frac{LSDC\theta}{A\,\frac{L}{Sc}} = JS^2DCc\theta,$$

en désignant par c la conductibité spécifique du métal, et par J l'équivalent mécanique de la chaleur; ou

$$I^2 = 4{,}16 \times 10^7 \times 12^2 \times 7{,}8 \times 0{,}114 \times 10{,}4 \times 10^{-5} \times 500;$$

$$I = 16600 \text{ unités CGS} = 166\,000 \text{ ampères.}$$

(2) D'après M. Mascart, la différence de potentiel tendrait vers une limite finie.

centimètres d'étincelle, est d'environ 250000 volts : qu'on juge d'après cela de la tension de l'électricité des nuées au moment de la production des éclairs fulgurants.

Les caprices de la foudre ont paru longtemps inexplicables aux physiciens ; aujourd'hui, nous ne les expliquons pas encore, mais du moins nous en comprenons la possibilité, depuis qu'il a été démontré que la loi de Ohm ne s'applique plus aux courants de haute tension, quand on considère leur effet au moment de la période variable de propagation (1). Les exceptions constatées à la loi sont formelles : le fer conduit aussi bien la décharge fulgurante que le cuivre, lequel est néanmoins six fois plus conducteur pour les courants ; l'eau distillée lui livre un passage aussi facile que le mercure, qui est 93 millions de fois plus conducteur ; une lame conductrice mince, mais très large, écoule plus facilement une forte décharge qu'une tige massive de même surface extérieure et de section mille fois plus grande. Il n'en faut pas davantage pour se rendre compte des effets surprenants et imprévus de la foudre cherchant son chemin parmi les mille objets qui encombrent un appartement ; si nous connaissions bien les lois de la propagation de l'électricité à haut potentiel dans l'état variable, nous tracerions peut-être sans nous tromper le chemin que doit suivre le fluide.

Quelle est l'action de l'électricité fulgurante sur les corps animés ? Elle brûle, elle broie, elle terrasse ses victimes ; dispensez-moi de vous en fournir des exemples, ce sont de trop tristes tableaux et de trop lugubres récits. Que la mort soit la conséquence irrémédiable de ces graves blessures, rien d'étonnant ; mais souvent les foudroyés, tombés sur le coup, ne portent ni brûlure, ni lésion extérieure d'aucune sorte. Il y a là un phénomène qui mérite d'arrêter notre attention.

(1) Consultez sur ce point les travaux de MM. Melsens et Lodge.

A Nancy, le 9 mai 1781, une femme était assise sous la porte de la chapelle de la Commanderie, en attendant la fin d'un gros orage ; deux enfants étaient appuyés contre elle. Le groupe est frappé, la malheureuse mère est tuée sur le coup, mais on la retrouve assise encore, le visage terrifié, les pupilles dilatées, sans blessure. La sidération avait provoqué une raideur tétanique qui s'était prolongée jusqu'à la rigidité du cadavre.

En Lorraine encore, une femme est foudroyée au moment où elle cueille une fleur, et son corps reste debout, légèrement penché, une fleur à la main.

De tels faits sont rares, mais bien dûment constatés ; ils sont du reste pleins d'enseignements pour nous.

Quelles sont en effet les causes de mort relevées par l'autopsie ?

La vie a été suspendue par un engourdissement tétanique et un arrêt du cœur, qui a entraîné l'asphyxie ; on observe de la congestion pulmonaire et cérébrale ; les propriétés du sang ont été modifiées, et il paraît devenu incapable d'absorber l'oxygène.

Les personnes qui survivent à la sidération présentent des symptômes caractéristiques. Le premier effet de la fulguration est la perte de la connaissance ; le sens étant revenu, on constate généralement une suppression de la mémoire, de la surdité, de la mutité, quelquefois de la cécité, accidents qui prouvent combien le système nerveux a été profondément atteint. Le système musculaire ne l'est pas moins, car la paralysie est fréquente ; il se produit un véritable épuisement de l'excitabilité musculaire.

Souvent il y a mort apparente : des victimes ont été rappelées à la vie après une heure d'évanouissement ; dans un troupeau de moutons abattus par la foudre, plusieurs individus se relevèrent après quelques heures. Toute manœuvre apte à réveiller le système musculaire et à empêcher l'asphyxie peut sauver la victime ; il ne faut jamais désespérer de la ranimer, quand même elle pré-

senterait la rigidité du cadavre. Des frictions, des électrisations, la respiration artificielle sont indiquées ; qu'on cherche le prêtre et le médecin, leur ministère peut souvent être utile et efficace.

Ces conclusions sont justifiées par les expériences faites sur des animaux, en les soumettant à de fortes décharges électriques. Certes les moyens artificiels que nous employons dans nos laboratoires sont bien mesquins, à côté de ceux qui sont mis en œuvre dans le grand laboratoire de la nature ; néanmoins nous obtenons des résultats comparables, dont la discussion présente le plus haut intérêt.

Les premières expériences suivies sont dues à Troostwyck et Krayenhof ; elles ont été continuées et reprises par Herbert et Steiglehner, Tourdes et Bertin, Dechambre et d'Arsonval, etc. ; nous-mêmes les avons répétées dans notre service de la Faculté catholique des sciences de Lille.

On opère généralement sur des cobayes et des lapins ; l'électricité est engendrée par une machine de Holtz ou une forte bobine de Ruhmkorff, et accumulée dans une batterie de grande dimension, présentant au moins un mètre de surface d'armature. L'animal est attaché sur une planche spéciale, qui permet de diriger à volonté les décharges à travers son corps ; il importe de veiller à ce qu'il ne se produise aucune déperdition du fluide, et il est indispensable de couper les poils, de raser soigneusement la peau de la victime et de la mouiller ; il serait mieux encore de pratiquer une petite incision et d'y enfoncer les conducteurs métalliques, qu'on terminera en pointe émoussée, et qui seront garnis de gutta-percha ou d'une autre substance isolante sur toute leur longueur. Ces précautions si minutieuses s'imposent à l'opérateur ; car sans elles, avec la plus puissante machine électrique, il ne réussirait même pas à tuer un lapin.

En réalité, il est très difficile de foudroyer un lapin de

très forte taille par les étincelles d'une batterie : en chargeant 6 jarres avec une bobine d'induction donnant 250 000 volts, je n'ai obtenu de résultat qu'en faisant passer la décharge du front aux vertèbres cervicales ; une décharge horizontale, traversant la tête d'une oreille à l'autre, ou bien de la bouche à l'arrière de la tête, donne rarement un effet immédiat. Nous en dirons autant d'une décharge sur la région du cœur, qui devra être répétée plusieurs fois pour amener la mort. Une décharge de la bouche au sacrum ne tue jamais.

Quand l'animal meurt sur le coup, on constate qu'il a été tétanisé et asphyxié. S'il ne cesse de vivre qu'après une longue lutte, on assiste à un spectacle pénible à voir : les étincelles produisent de violentes commotions et de terribles soubresauts, à la suite desquels survient une paralysie partielle, une dilatation des pupilles, déviation des yeux, respiration haletante, renversement de la tête, et bientôt immobilité complète. Si l'on n'intervient pas rapidement, l'asphyxie sera inévitable ; mais la respiration artificielle et des insufflations d'oxygène peuvent sauver le sujet dans la plupart des cas. Un jour, je faisais cette expérience devant une nombreuse assistance ; quelques décharges bien dirigées semblaient avoir tué le gros lapin soumis à l'étincelle de notre grande bobine de Ruhmkorff, et l'animal gisait inanimé sur sa planche de douleur ; je le détachai, et le saisissant par les oreilles, je le jetai sur le sol. O stupéfaction ! la secousse produit un effet merveilleux : le lapin se ranime, se redresse sur ses pattes et s'enfuit, au grand plaisir de mes auditeurs qui jouissaient beaucoup de mon embarras.

Deux conséquences ressortent de ces expériences : 1° la sidération produit surtout des troubles respiratoires, qui ont le plus souvent une issue fatale s'ils se prolongent ; 2° le système nerveux est épuisé à la suite de la violente excitation qu'il a subie.

Ce sont bien les phénomènes constatés sur les victimes de la foudre. Nous allons les retrouver dans les accidents produits par les *courants*.

II

L'étude que nous venons de faire de la fulguration par l'éclair ou l'étincelle nous facilitera singulièrement l'intelligence des phénomènes, tout différents en apparence, mais presque identiques en réalité, que produisent les générateurs d'électricité en usage dans l'industrie pour l'éclairage, l'électro-métallurgie et le transport de l'énergie à distance.

Pendant longtemps nous n'avons connu d'autres sources mécaniques d'électricité que les machines statiques de Ramsden, de Holtz, de Carré, de Bertsch, etc. ; ces machines donnaient de longues étincelles, mais leur débit était extrêmement faible. Les potentiels aux pôles atteignaient des valeurs considérables ; en cette matière, toute estimation numérique est délicate, voire même hasardée ; néanmoins nous rappellerons que M. Mascart a assigné une force électromotrice de 125 000 volts à une machine de Holtz dont la longueur d'étincelle ne dépassait pas 200 millimètres. Par contre, le débit est si minime dans ces générateurs, dont la résistance intérieure est colossale, qu'il est difficile de leur faire produire un courant d'une intensité mesurable : en le dirigeant à travers un électrolyte, on peut à peine libérer un poids de métal appréciable. Ces machines portent à un niveau très élevé une quantité extrêmement minime d'électricité ; multipliez les volts par la fraction de coulomb mise en mouvement, et vous aurez en watts la mesure de l'énergie disponible : elle est à peine de quelques kilogrammètres.

Le régime des générateurs électro-magnétiques employés dans l'industrie est tout différent. Ce qui caractérise ces

sources d'électricité, c'est la grandeur de l'énergie mise en œuvre. Développons rapidement ces considérations, très importantes dans la question qui nous occupe.

Pixii, Clarke et Page ont créé les machines magnéto-faradiques en 1832 ; mais leurs appareils ne se prêtaient qu'à des expériences curieuses, et ils ne sortirent pas des cabinets de physique. Vers 1850, Nollet réalisa un générateur qui fut appliqué avec succès à l'éclairage des phares ; puis Siemens, en 1854, perfectionna les formes de l'induit, et Wilde substitua bientôt les électro-aimants aux aimants permanents. Cependant les résultats obtenus étaient encore fort discutables, quand, en 1867, Siemens et Wheatstone posèrent le principe des machines dynamos auto-excitatrices. Il s'agissait d'en tirer les conséquences ; c'est ce que fit, avec une rare habileté et un véritable génie, M. Gramme, en 1869 ; depuis lors, des perfectionnements successifs ont doté la science et l'industrie de sources puissantes, qui ont révolutionné le monde.

Les machines nouvelles présentent des propriétés spéciales, qui les distinguent nettement des machines statiques : leur tension est relativement faible, mais elles débitent des quantités énormes d'électricité.

N'essayez pas d'en tirer de longues étincelles, qu'elles sont incapables de fournir, mais demandez-leur de l'énergie sous toutes ses formes, et vous ne rencontrerez pas de limites. Inoffensives à distance, si ce n'est pour vos montres qu'elles mettent hors d'usage, elles sont terribles au contact, en vertu même de leur puissance. En un mot, approchez-vous-en sans crainte, mais n'y touchez pas. Les machines statiques tuaient mal un lapin ; nos dynamos, qui donnent des milliers d'ampères sous la tension de quelques milliers de volts, tueraient un éléphant (1).

Leurs effets physiologiques sont foudroyants, ainsi que je

(1) On a atteint 20 000 ampères dans les machines destinées à opérer la soudure électrique, et la station de Deptford distribuera l'énergie à Londres sous la tension de 10 000 volts.

vais vous le prouver par quelques exemples ; j'en trouve, hélas, un trop grand nombre dans les chroniques de l'électricité.

Le 6 août 1882, on donnait une grande fête dans l'ancien jardin privé de nos souverains aux Tuileries ; c'était la fête de la Presse. Une des attractions de la soirée consistait dans l'éclairage *a giorno* des larges avenues ; une machine à courants alternatifs, placée dans la cour du Louvre, alimentait douze lampes Siemens en série, sous une tension de 500 volts environ. L'installation des fils avait été faite avec beaucoup de prudence : tous les conducteurs susceptibles d'être touchés par le public étaient isolés, les fils nus se trouvaient hors de portée. Toutefois, un conducteur nu courait le long de la corniche de pierre qui borde le saut de loup dont le jardin est entouré ; mais l'accès de ce fossé était interdit, et de nombreux gardiens de la paix veillaient à l'observation de cette consigne.

Or, dans le courant de la soirée, la foule qui se pressait aux abords du jardin devint tellement houleuse qu'il fut extrêmement difficile de la maintenir, et le public envahit le saut de loup. Deux jeunes soldats, les sieurs Kenarec et Martin, essayèrent même d'escalader le mur, en s'aidant de tout ce qui pouvait faciliter leur manœuvre ; on les vit se cramponner au fil métallique, puis retomber lourdement dans le fossé : l'un était mort, l'autre mourut quelques minutes plus tard.

Kenarec présentait aux deux mains de légères brûlures ; Martin paraissait avoir saisi un fil de la main gauche ; en même temps qu'il faisait sans doute un rétablissement pour s'élever par la force des poignets, sa joue avait touché l'autre conducteur. La mort avait donc été causée par une dérivation du courant à travers le corps.

Le docteur Brouardel fut chargé de l'autopsie des malheureux. Il ne trouva aucune lésion extérieure susceptible d'occasionner la mort ; les brûlures étaient de simples ecchymoses sans importance. Mais le cerveau était très

congestionné à la périphérie ; la moelle épinière offrait la preuve d'altérations manifestes, et le cœur était rempli de sang, ce qui fit diagnostiquer un arrêt de fonctionnement ; de plus, on constatait une congestion asphyxique suffisante pour expliquer la mort.

Ainsi l'électricité avait agi en suspendant l'action du système nerveux, et en provoquant un arrêt du cœur et l'asphyxie. Tels sont les effets foudroyants d'un courant alternatif à la tension de 500 volts.

L'histoire de tous les accidents que je pourrais rapporter est la même : c'est toujours une mise en court circuit par le corps de la victime. Ici plus de caprice, mais une effrayante uniformité dans l'action du courant homicide, qui ne pardonne pas et ne s'égare jamais. Quelques cas singuliers ont pu produire une certaine illusion, qu'une analyse complète des faits a bientôt dissipée. Ainsi un client de l'usine de Grosvenor Gallery à Londres voit éclater chez lui un incendie produit par un court circuit établi entre deux fils à l'intérieur d'un appartement ; un jeune apprenti monte sur une terrasse recouverte en zinc, pour couper le conducteur principal et arrêter le courant. Il attaque le circuit à l'aide d'une cisaille ; à peine l'isolant est-il percé que le malheureux jeune homme tombe à la renverse. Mais, sur un autre point, un ouvrier réussit à rompre le fil sans éprouver de grave commotion ; pourquoi cette différence d'action ? Parce que la première victime appuyait ses pieds sur une surface métallique conductrice, tandis que celui qui lui succéda reposait sans doute sur une substance isolante ; dans le premier cas seulement, il s'est établi une dérivation au sol à travers le corps de l'imprudent. Cette explication peut être confirmée par la curieuse expérience suivante : placez-vous sur un tapis isolant, chaussez-vous de caoutchouc, pour comble de précaution, veillez à ce que le sol soit bien sec, et vous pouvez toucher impunément et serrer à pleine main, *d'une main*, un conducteur nu, au potentiel de 2500 volts, traversé par

un courant de 100 ampères. Si vos pieds appuyaient sur un sol humide, gazonné, quelque peu conducteur, vous seriez irrémissiblement foudroyé, parce que votre corps serait traversé par le courant allant au sol ; l'effet serait plus foudroyant encore, si le conducteur était lui-même mal isolé. La question est donc bien simple et bien nette : ne faites pas de votre corps un conducteur pour les courants intenses.

Il est très important de connaître le voltage et l'intensité des courants dangereux : quelques expériences *in anima vili* nous fournissent à cet égard de précieuses données. J'ai tué en 25 secondes environ un lapin de moyenne taille par un courant continu de 85 volts et de 12 ampères; le même courant interrompu a produit le même effet en quelques secondes. La Société de médecine légale de New-York a publié le résultat d'essais faits sur des animaux de plus grande taille : un chien de 10 kilogr. est foudroyé par 160 volts ; pour un veau de 56 kilogr., il en faut de 200 à 300; enfin on tue un cheval de 558 kilogr. par 700 volts, en 25 secondes. L'action des courants alternatifs est beaucoup plus intense que celle des courants interrompus ou ondulatoires ; ceux-ci sont plus dangereux que les courants continus.

La trajectoire du courant dans le corps influe considérablement sur les résultats obtenus. Si le courant traverse le cerveau, son action est facilement mortelle. Un courant passant d'une main à l'autre à travers les deux bras est dangereux, parce qu'il rencontre le cœur ; toutefois, si le circuit métallique compris entre les deux mains est de fort diamètre, la grande résistance du corps humain peut être suffisante pour que le courant dérivé soit peu intense, et dans ce cas, si le sujet est isolé, il peut en être quitte pour une violente secousse. Si le contact a lieu d'une main et que l'individu pose, sur un sol conducteur, par le pied opposé à la main qui a touché le

conducteur, le courant passera par le cœur et les muscles abdominaux, et il sera souvent fatal. En résumé, le courant est dangereux chaque fois qu'il traverse le cœur ou le cerveau. Dans le dispositif adopté en Amérique pour l'application de la peine de mort par l'électricité, le patient est lié sur un siège en bois dont le dos est incliné ; un collier métallique entoure son cou, et une boule de cuivre appuie sur le milieu du front. Un courant alternatif de 1500 volts a tué sur le coup le malheureux assassin sur lequel, pour la première fois, justice a été faite par l'électricité.

On a beaucoup parlé de ce mode d'exécution, qui va être adopté par les principaux États de l'Union et substitué à la pendaison ; l'électricité détrône la potence. Un membre du Sénat français, l'honorable M. Charton, n'a pas craint de proposer l'adoption du procédé américain, au lieu et place des bois de justice et du sanglant couteau du Dr Guillotin. Sa motion, à laquelle on ne saurait reprocher que d'être trop hâtive, a été repoussée ; mais laissons les Américains achever leurs essais et attendons que l'épreuve de l'appareil soit faite. La fulguration électrique s'imposera bientôt comme le moyen le plus expéditif, le plus sûr et le plus humain de débarrasser la société d'un membre gênant. Ah ! nous n'oserions pas être aussi affirmatif, s'il s'agissait d'employer une étincelle fulgurante, quelque puissante fût-elle ; mais c'est le courant qui intervient, et cet agent exclut toute surprise et tout aléa. L'étincelle peut faire fausse route, et souvent elle s'égare ; le courant ne dévie pas. Je comparerai l'action de l'étincelle à celle d'un petit projectile lancé avec une vitesse de quelques centaines de mètres par seconde ; l'action du courant au contraire est assimilable à celle d'un mouton de grande masse, tombant de deux ou trois mètres de hauteur ; un courant de 100 ampères au potentiel de 10 000 volts possède une énergie disponible de 100 000 kilogrammètres, égale à celle d'un mouton de

50 tonnes tombant de 2 mètres de hauteur. La balle traverse, brise, perfore, mais elle ne tue pas toujours, et elle passe souvent à côté ; un marteau-pilon ne manque jamais son coup.

La comparaison que nous venons d'établir et les faits que nous avons cités vous font apprécier les dangers que présente l'introduction dans nos rues, dans nos habitations, dans notre mobilier, pour ainsi dire, de ces conducteurs parcourus par des courants de centaines d'ampères à des tensions souvent supérieures à 500 volts. Ces fils sont isolés, il est vrai ; ils sont recouverts d'épais guipages qui sauveront les imprudents et les maladroits ; mais méfiez-vous-en toujours, car l'isolant peut être percé, une dérivation peut s'être produite en un point, et gare au contact ! En cette matière, la crainte est le commencement de la sagesse. L'autre jour, à Paris, au théâtre de la Renaissance, un spectateur a l'idée ridicule et malencontreuse de toucher du bout de sa canne un fil conducteur installé pour l'éclairage de ce théâtre ; une dérivation se produit par le bois sec de la canne et renverse l'imprudent. Aux célèbres expériences de Creil, un membre de l'Institut, un physicien, un électricien, un des hommes en un mot qui devraient le mieux savoir les dangers des hauts voltages, posa malheureusement sa main sur un conducteur de dynamo ; il dut payer son imprudence par quelques jours de repos forcé. Dans une installation d'électricité, ne touchez rien ; voici un conseil d'ami, qui vous rendra service : mettez vos mains dans vos poches et ne les en sortez pas.

Si vous êtes obligé par profession de manier des instruments, ne vous servez que d'une main, quand cela sera possible ; évitez de poser les pieds sur un conducteur métallique ; en tous cas, soyez d'une excessive prudence, car les plus habiles peuvent avoir un moment d'oubli. Un électricien de Bruxelles, qui porte un nom distingué, manœuvrait un jour un commutateur à l'aide d'une clef à

poignée isolée, mais sa main vint à toucher par hasard une pièce métallique de l'appareil : ce seul contact suffit pour lui tordre le bras dans une douloureuse convulsion ; son corps se contracta et se plia en deux, et il eût été perdu, sans la présence d'esprit d'un assistant qui arrêta immédiatement le courant.

Qu'on soit donc prudent, circonspect et même peureux ; ce sentiment si vulgaire et si bas est excusable dans cette circonstance, où il change de nom et de caractère pour devenir une sage réserve. Les stations centrales d'électricité ont acquis le droit de cité parmi nous, et leurs canalisations envahissent les recoins les plus obscurs de nos demeures ; il faut en prendre son parti, et s'arranger de façon à vivre en bonne harmonie avec elles. Le contact étant seul dangereux, il n'y a qu'à ne rien toucher, ce qui est bien simple et fort aisé. On s'y habituera ; au fait, un engrenage ne se laisse point toucher non plus, et nous vivons sans trop d'inconvénient auprès de ces roues qui fascinent leurs victimes et qui broient tout ce qui pénètre dans leur denture de fer ; un fil fascine moins et ne fait pas plus de mal.

Outre ces règles de prudence, il ressort une autre conclusion de ce qui précède.

Nous avons signalé la nature des effets produits par les courants sur l'organisme. Quand un courant intense traverse le corps, il agit d'abord sur les nerfs, et il produit une première contracture, à laquelle succède un relâchement des nerfs, qui ne peuvent plus reprendre leurs fonctions ; les muscles deviennent inactifs, le cœur s'arrête et l'asphyxie se produit. Si le courant n'a pas traversé un organe vital, il n'y a néanmoins encore aucune cause inéluctable de mort, car on peut lutter contre l'asphyxie. Ce malheureux qui gît là à vos pieds, renversé par le courant, immobile et inerte, peut souvent être arraché à la mort par une intervention rapide et intelligente : secouez-le, pratiquez la respiration artificielle, frottez

vivement sa poitrine, faites-lui inhaler de l'oxygène, si possible, électrisez et faradisez les muscles du thorax et du cou, et vous le ranimerez souvent. En tous cas, ne repoussez pas le prêtre; l'absolution tombera peut-être encore sur une tête vivante; alors même que vous ne réussirez pas à sauver le corps, vous aurez sauvé l'âme, en lui donnant le temps de recourir à la miséricorde infinie de son Dieu.

Retenez cette conclusion de notre étude, faites-la connaître et mettez-la en pratique; vous trouverez ainsi l'occasion de faire à la fois œuvre de savant et œuvre de chrétien: c'est l'esprit et le double objet de notre Société scientifique.

Aimé Witz,
professeur aux Facultés catholiques de Lille.

LA CHINE

ET

SES RESSOURCES INDUSTRIELLES

Nous connaissons tous les œuvres d'art que la Chine envoie à l'Europe depuis bientôt deux siècles. Il n'est guère de salon où l'on ne trouve aujourd'hui quelque bibelot de prix : bronze, porcelaine, jade ou ivoire, fondu, peint, sculpté ou ciselé par l'industrie inimitable des patients ouvriers de l'Empire du Milieu.

Les matières premières mises en œuvre par les artistes chinois sont beaucoup moins connues. Nous allons essayer de soulever un coin du voile, et de donner une idée des matériaux employés à produire ces merveilles de patience, d'art et d'industrie, qui ont fait l'admiration de nos ancêtres et continuent d'étonner les générations actuelles.

On peut, suivant leur origine, diviser les matières premières employées en Chine dans les arts, en matières minérales, matières végétales et matières animales.

I. — RÈGNE MINÉRAL.

Le règne minéral est peut-être celui qui fournit le plus grand nombre et les plus importantes des matières premières.

En procédant par ordre d'importance croissante, nous citerons tout d'abord les *terres* diverses qui, sous forme d'argile, kaolin, pétunzé et feldspath, sont en usage, depuis l'antiquité la plus reculée, pour la fabrication des poteries, faïences et porcelaines, et pour celle de leurs vernis ou émaux.

La fabrication de la porcelaine est trop universellement connue pour que nous répétions ici ce que l'on peut lire dans tous les dictionnaires d'arts et manufactures, ou voir dans les grandes fabriques de Sèvres, de Limoges et de Bayeux. Qu'il nous suffise de dire que la Chine nous a précédés de longtemps dans cet art de la céramique appliqué à la porcelaine : d'après les anciens livres chinois, la date de l'invention de cette dernière remonterait jusqu'à la dynastie des Hans (202 av. J.-C à 24 ap. J.-C.), tandis que sa première fabrication en Europe ne remonte qu'à 1695.

On trouve en Chine plusieurs variétés de poteries fort curieuses et à peine connues en Europe. C'est ainsi que, dans la province du Shantung, il existe une terre spéciale servant à fabriquer des marmites, pots, théières et autres vases domestiques ; noirs et brillants comme du charbon de terre, ces objets ont l'air d'être faits en fonte de fer, d'autant plus qu'ils rendent un son métallique quand on les frappe. Quoique très communs dans la province, ils sont fort estimés, parce qu'ils passent pour économiser beaucoup le combustible ; leur couleur noire et leur très faible épaisseur font sans doute qu'ils absorbent le calorique beaucoup plus rapidement que les autres poteries (1). Aux

(1) La fabrication des poteries au Shantung remonte à une haute

environs de Shanghaï, à Soutchéou, on fabrique, au moyen d'une terre rouge, des théières qui jouissent aussi d'une grande faveur, tant à cause de la beauté de la pâte que de la propriété qu'on leur attribue de conserver intact l'arome si délicat des thés indigènes.

Dans la province du Shantung, près de la ville de Teng-chou-fou, on exploite en grand des mines de *talc* ou *stéatite* que l'on emploie à divers usages. Cette pierre, finement broyée avec de l'amiante, qui abonde aussi aux environs, sert à confectionner de petits fourneaux portatifs, blancs et légers comme du carton et ressemblant à nos fourneaux de chimie. Vu leur composition, ils sont absolument réfractaires; et, comme la poterie noire, ils ont encore l'avantage de ne coûter que quelques sapèques. Ces diverses propriétés les rendent extrêmement utiles aux voyageurs qui les apprécient fort. La même stéatite, réduite en poudre impalpable sous des meules de grès, puis mise en pains, constitue à la fois un excellent fard pour les femmes et une sorte de blanc d'Espagne dont on enduit les hautes semelles en papier des souliers et des bottes de cérémonie. Mélangée à un peu d'eau de riz, qui lui donne du corps, elle est déposée sur des papiers de tenture au moyen de planches de bois gravées; ces papiers sont ensuite légèrement satinés par un cylindre de pierre, et dans tout le nord de la Chine on les emploie à recouvrir les murs et les plafonds des maisons opulentes. Sous l'effet de la lumière incidente, les dessins, rendus brillants par le satinage, prennent l'apparence argentée des écailles de l'ablette ; leur éclat est d'ailleurs rehaussé par le contraste que donnent des découpures en papier noir fixées au centre et aux angles du plafond ou des murs.

Les nombreuses variétés de stéatite, connues sous les

antiquité. Nous trouvons en effet dans le *Kin te chin tao lou*, livre X, folio I, recto, qu'en 2255 av. J.-C. *Chun* fabriquait des poteries près de *Thing tao*, situé dans cette province.

noms scientifiques de *pagodite* et *agalmatolithe*, sont travaillées par les artistes du pays. Ceux-ci taillent dans cette substance, d'abord molle et onctueuse comme le savon (d'où son nom vulgaire de *pierre de savon)*, mais qui durcit en vieillissant, des statuettes, des vases, des plateaux, des cachets et mille autres objets plus ou moins curieux ; j'ai vu, par exemple, des flûtes traversières taillées dans un seul morceau de cette matière. Lorsque la pierre ne lui paraît pas assez richement colorée, l'industrieux Chinois sait la teindre profondément au moyen d'oxydes métalliques incorporés dans la cire blanche. En chauffant la pierre et en l'enduisant de cette cire, on la colore très intimement.

C'est par ce procédé qu'avec des stéatites blanches les Chinois arrivent à imiter parfaitement la turquoise, la malachite, l'onyx et les marbres brèches. Un procédé analogue leur sert aussi à colorer l'ivoire et le marbre lui-même, dans lequel ils parviennent à dessiner des arborisations factices, et même des figures grossières d'hommes ou d'animaux, qu'ils font ensuite passer, aux yeux des naïfs, pour de merveilleux produits naturels *(lusus naturæ)*. On obtient ces dessins colorés en appliquant sur le marbre bien poli des silhouettes découpées dans une feuille de fer ou de cuivre, dont on provoque l'oxydation en l'humectant de vinaigre ; le tout est enterré dans un endroit humide pendant de longs mois ; la couleur pénètre peu à peu dans le marbre et le teint d'une façon aussi complète qu'indélébile.

Les *marbres* sont communs dans la plupart des provinces. Celle du Shantung est particulièrement riche en marbres saccharoïdes rappelant le Carrare, et en marbres métamorphiques et dolomitiques. Ces derniers renferment souvent une grande quantité de cristaux radiés de zéolithes, dont la blancheur et l'éclat donnent à la pierre l'apparence d'une neige brillante : de là son nom chinois de *shueh shih*, ou pierre de neige.

Dans cette même province commencent les puissantes couches des calcaires dévoniens. Noirs comme le charbon auquel ils servent d'assises, ils sont aussi quelquefois veinés de blanc et de jaune. Tous ces marbres servent dans les constructions, mais les plus beaux échantillons sont taillés en grandes tables pour la confection de pierres tumulaires ou pour les inscriptions des temples et des monuments publics. Aux environs de Canton, on exploite des variétés de marbre grises ou rouges, dans lesquelles on taille des carreaux pour le dallage des palais ou des plaques pour recouvrir les tables, les chaises et les fauteuils en bois sculpté. Les villes de Canton, d'Amoy et de Ningpo sont bâties en granit, et le phare du cap Shantung a été élevé avec le granit rose de Ningpo. Les porphyres, les basaltes, les grès durs sont employés pour la fabrication des meules, le pavage des rues et les constructions.

Le *gypse* cristallisé et fibreux se trouve en abondance aux environs de Canton, d'où on l'exporte dans tout l'empire. Réduit en poudre sous une meule et mélangé à l'huile de *Dryandra* (wood-oil), il forme un mastic très dense pour le calfatage des jonques ou *sampans*. Il est aussi employé en médecine, et sert de plus à précipiter la caséine du fromage de pois.

La *chaux* est fournie par les calcaires carbonifères et les marbres dolomitiques. Dans les pays granitiques, comme à Ningpo, on la fabrique exclusivement au moyen de coquilles marines ou fluviatiles brûlées avec du charbon de terre ; on extrait ensuite les résidus par le tamisage. Cette chaux est excellente.

La statuaire, telle que nous la comprenons, n'est pas connue en Chine. En dehors des images des dieux, qui sont le plus souvent fondues en métal, taillées dans le bois, ou même façonnées avec de l'argile appliquée sur une grossière charpente, puis laquées, peintes et dorées,

on ne trouve dans le pays que quelques rares statues de pierre. Elles sont en général fort anciennes, droites et raides comme les statues sépulcrales du moyen âge, et servent le plus souvent, avec des représentations d'animaux mythologiques, à former ces allées que l'on trouve devant les tombeaux des anciens empereurs ou des vieux nobles. Les échantillons les plus curieux du genre sont les statues des tombeaux des Mings, aux environs de Pékin et de Nankin. A la porte des édifices publics, tels que les tribunaux et les temples, les Chinois dressent encore aujourd'hui, de chaque côté de l'entrée, des animaux fantastiques en pierre ou en bronze. Ces êtres ont été décrits partout sous le nom de lions, mais ils sont bien certainement la représentation héraldique du chien chinois de Pékin, à museau écrasé, aux jambes torses et aux gros yeux saillants, le fameux king's Charles de nos salons.

En dehors de ces sculptures, les artistes chinois n'exécutent dans la pierre ou le marbre que des bas-reliefs, des vasques pour la culture des fleurs, ou des balustrades à dessins ajourés d'une facture et d'un goût absolument spéciaux.

Si les Chinois n'ont pas réussi à s'élever jusqu'au grand art de la statuaire, ils ne sont pas entièrement dénués du sens artistique appliqué à la représentation en relief de la nature humaine. A Tientsin, en effet, on fabrique des statuettes en terre séchée au soleil, puis peintes ou ornées de morceaux d'étoffe, qui rappellent l'art napolitain. Ces figurines imitent admirablement les expressions diverses des passions des hommes, et reproduisent les costumes de toutes les classes de la société. Souvent l'artiste s'amuse à caricaturer tel ou tel mandarin, à la grande joie du peuple, qui est fort caustique. Malheureusement ces ouvrages sont extrêmement fragiles et, par suite, d'un transport si difficile que, malgré un emballage des plus soignés, ils n'arrivent d'ordinaire en Europe que réduits en mor-

ceaux. Foochow fabrique aussi quelques figurines du même genre, mais bien inférieures. A Pékin, la terre cuite sert à faire mille jouets d'enfants et de charmants petits modèles de vases domestiques. On y confectionne aussi, en terre moulée sur des fils de fer, séchée et peinte, d'excellentes imitations de petits animaux ou d'insectes ; les araignées, les scorpions, les cigales, et surtout les criquets sont extrêmement bien reproduits. Je me suis souvent amusé à en disposer sur des fleurs naturelles, et à jouir de la surprise de mes amis qui s'y laissaient toujours prendre.

Après les pierres d'ornement, nous étudierons les pierres fines. Aux yeux des Chinois, la plus précieuse est le *jade,* qu'ils appellent *yu*. On en trouve au Yunnan de nombreuses variétés, dont la couleur passe par toutes les teintes, depuis le blanc laiteux le plus pur jusqu'au vert le plus foncé. Le jade blanc, moucheté de taches d'un beau vert émeraude dues à un sel de nickel, est la variété la plus estimée; elle est connue en Chine sous le nom de *feitsui*. On la réserve pour la confection des bracelets, bagues, boucles d'oreilles, boutons, plaques de ceinture, etc. ; les sceaux de l'empereur sont taillés dans cette variété. Les jades blancs ou d'un vert foncé sont employés pour faire des statuettes, des coupes et mille autres objets d'ornement et d'étagère. Cette pierre, que les minéralogistes appellent aussi néphrite ou prehnite, a été exploitée de toute antiquité en Chine, au Thibet et au Khotan. Comme on n'en a pas encore découvert de gisements en Europe, on suppose que les haches préhistoriques en jade vert, que l'on trouve en Suisse et en France dans les palafittes et dans les sépultures celtiques et gauloises, vinrent par le moyen des échanges de ces pays d'Extrême-Orient. Il y a quelques années, on en a découvert en Sibérie de beaux gisements dans une mine de graphite (mine Alibert).

Après le jade, viennent les pierres nobles proprement dites, au premier rang desquelles les Chinois placent le

saphir. Ceux du nord de l'Empire sont célèbres. M. de Butsow, ancien ministre de Russie à Pékin et grand collectionneur d'articles de vertu, eut en 1876 une chance merveilleuse : il acheta pour quelques onces d'argent, à un malheureux Européen, qui le tenait lui-même d'un Chinois, un superbe saphir. Cette pierre, d'une pureté remarquable malgré sa grande dimension, est d'autant plus précieuse qu'elle porte gravée en intaille une madone dont l'exécution décèle la main d'un graveur italien émérite. Ce saphir, d'ailleurs historique, ne serait autre que celui qui ornait l'anneau du célèbre jésuite Verbiest, président du tribunal des mathématiques et fondateur de l'observatoire de Pékin, qui fut envoyé à l'empereur Kanghsi par le roi Louis XIV.

J'ai trouvé au Shantung de fort jolis *grenats* pyropes d'une dureté et d'un feu étonnants (1). Comme pour toutes les pierres, les Chinois se contentent de les polir en cabochon, la taille en facettes leur étant inconnue. Ils se servent des plus petits pour faire de la poudre à polir le jade. Dans le sud, ils emploient pour cet usage de gros cristaux de corindon opaque, provenant, dit-on, du Yunnan, mais bien plus probablement du Cambodge ou de l'Inde. En Mongolie, on trouve des *turquoises* verdâtres dont on fait des colliers ; elles ont peu de valeur.

Après de longues et minutieuses recherches, tant dans les livres qu'auprès des marchands de pierres fines et des artisans raccommodeurs de porcelaine, j'ai pu acquérir la preuve indiscutable que la province du Shantung renferme des *diamants*. J'en ai acheté quelques-uns ; ils sont petits, et consistent en fragments ou en diamants roulés. Il en vient aussi du Thibet, et on les vend contenus dans des tuyaux de plume fermés par un petit bouchon en bois d'ébène. Les Chinois les récoltent de la façon suivante :

(1) J'en ai vu un taillé en boule et mesurant plus d'un centimètre de diamètre.

lorsque les torrents qui descendent des montagnes de la chaîne du *Chin-Kang-Ling (chaîne des diamants),* près de la ville préfectorale de Yi-Chou, se trouvent à sec, les chercheurs, chaussés de sandales épaisses en paille de riz, se promènent sur les plages de sable et dans le lit des torrents. Les fragments de diamants, brisés à angles aigus, pénètrent dans la paille, à l'exclusion des graviers arrondis. Les sandales sont ensuite réunies en tas auxquels on met le feu ; les cendres sont recueillies, puis passées au tamis, et on sépare ainsi les diamants. Pendant mon séjour dans le pays, il en fut trouvé un de la grosseur d'un pois, qu'on vendit à un mandarin. Mais les marchands m'assurèrent que les gros sont généralement brisés et vendus au détail ; c'est qu'en effet, ne sachant pas tailler ou polir cette pierre, les Chinois ne s'en servent comme ornement que quand elle leur arrive d'Europe toute taillée. Ils emploient d'ordinaire les autres pour armer la pointe des forets d'acier avec lesquels ils travaillent le jade, ou perforent les porcelaines brisées pour les raccommoder au moyen d'attaches en cuivre. L'abbé A. David raconte quelque part dans ses ouvrages qu'il a vu à Pékin des malheureux passer leur journée à tamiser la poussière des rues pour y trouver de petits diamants ; ceux-ci ont sans doute été apportés avec la terre qui sert à fabriquer les briquettes économiques dont les cendres sont ensuite jetées sur la voie publique.

Les *rubis, opales* et *émeraudes* sont aussi connus des Chinois, mais ces pierres sont plus que probablement importées de l'Inde, ainsi que les perles de bel orient.

Le *cristal de roche,* blanc ou enfumé, se rencontre en abondance dans plusieurs provinces. On s'en sert spécialement pour façonner les verres des énormes lunettes des lettrés. Les morceaux les plus épais, surtout ceux qui sont imprégnés de cristaux capillaires de titane, de rutile et d'épidote, sont réservés pour fabriquer ces petites bouteilles plates, pareilles aux *chinchoires* des paysans bretons

et qui, comme ces dernières, servent de tabatières. Les *agates*, l'*onyx*, la *cornaline* servent au même usage, ainsi qu'à la confection de bouquins de pipe, de bagues et de bracelets taillés d'un seul morceau dans ces pierres.

Comme les poteries, la porcelaine, le verre et les objets d'art en métal ne peuvent exister sans combustible, nous dirons un mot de la *houille*, le combustible par excellence.

Un célèbre géologue allemand, le Bon de Richtofen, évalue à près de 400 000 milles carrés la superficie des terrains carbonifères de l'empire chinois. D'après Marco Polo, au XIIIe siècle les Chinois se servaient déjà de la houille pour le chauffage.

La houille grasse et l'anthracite se trouvent en abondance dans tout le nord de la Chine, où la superficie des terrains carbonifères est évaluée à 87 000 milles carrés. Malheureusement, le matériel et les procédés d'extraction sont des plus primitifs ; les charbons obtenus sont de qualité inférieure, les couches superficielles étant seules utilisées. Cependant, depuis quelques années, grâce à la protection intelligente du vice-roi du Tchili, le fameux Li-Hung-Chang, on exploite à l'européenne et avec des machines perfectionnées une riche mine de charbon au nord-est de Pékin. Les charbons qui en proviennent sont apportés à Tientsin et à Takou par un chemin de fer ; la production journalière peut atteindre facilement 300 tonnes.

Dans les autres parties de l'Empire, le charbon est exploité à la chinoise. Dès que l'aspect d'un terrain y fait présager l'existence de la houille, ou le plus souvent lorsqu'une couche de ce minéral se montre sur les flancs d'une montagne, on commence le creusement d'un puits ou l'ouverture d'une galerie. On suit la couche de charbon, en poussant généralement les travaux dans une direction horizontale, ou légèrement inclinée pour faciliter l'écoulement des eaux qui, dans les mines sous plaine, ne tardent pas à envahir les galeries et à arrêter les mineurs.

Dans le Shinking et le Shantung, la houille est souvent convertie en coke pour diminuer le poids et faciliter le transport à dos d'hommes ou de mulets. Les charbons du Hunan, exploités dans les falaises qui bordent le Fleuve-Bleu, sont constamment employés à bord des vapeurs de commerce qui naviguent sur le Yang-tze-Kiang entre Hankow et Shanghaï. Les charbons des environs de Canton sont durs, laissent une grande quantité de cendres, et brûlent avec une fumée épaisse, rendue suffocante par une grande quantité d'acide sulfureux ; aussi sont-ils peu employés pour la cuisine.

Les mines de Keelung, au nord de Formose, sont, depuis 1875, entre les mains d'ingénieurs anglais servis par des mineurs européens et travaillant pour le compte du gouvernement chinois. La houille, d'abord très pyriteuse, s'améliore maintenant qu'on a atteint les couches profondes. On est en train de relier ces mines à la mer par une voie ferrée.

On espère qu'avant peu le gouvernement, frappé des avantages que présentent les mines du Shantung, les exploitera également. Les charbons de cette province sont de qualité presque égale à ceux de Cardiff. Le coke des mines de Wei-hsien est employé par les orfèvres du nord pour fondre l'argent.

Diverses parties de la Chine, entre autres Formose et le Yunnan, fournissent du *naphte,* du *bitume* et du *pétrole.* Cette dernière substance s'extrait des fameux puits à feu du Shansi et du S'zu-chuen. Ces puits, exploités depuis 1506 av. J.-C., sont creusés d'une façon analogue à celle qu'on emploie pour forer les puits artésiens ; ils atteignent de 1000 à 2000 pieds de profondeur. Ils fournissent aussi un gaz inflammable qui sert à chauffer les chaudières dans lesquelles on concentre les eaux salées du voisinage. Le pétrole est de deux sortes : le blanc et le noir. On l'emploie pour lubrifier les roues des brouettes, et on le

brûle dans les lampes. En médecine, il est employé comme anthelmintique, expectorant et vulnéraire, ainsi que dans les convulsions des enfants et les blessures de flèches empoisonnées.

A Toung-Shao, près de Tamsui, dans l'île de Formose, se trouvent des puits qui fournissent une sorte de naphte ou bitume épais analogue au pétrole du S'zu-chuen. Cette substance était employée autrefois dans l'armée chinoise pour fabriquer un sorte de feu grégeois. Pendant la guerre de 1842, entre la Chine et l'Angleterre, une grande quantité de naphte du S'zu-chuen fut emmagasinée à Ningpo : elle devait servir à la destruction de la flotte anglaise. Le naphte est aussi obtenu en Corée par la distillation de roches bitumineuses; on s'en sert pour empoisonner le poisson.

Le *fer* se trouve en abondance dans la plupart des provinces de la Chine, mais surtout dans le Shansi, S'zu-chuen, Honan, Hounan et Shantung. Les minerais les plus abondants sont : le fer micacé, l'oxyde magnétique, les pyrites de fer, l'hématite et la limonite. L'oxyde magnétique, comme chacun le sait, donna naissance à la boussole, connue en Chine de toute antiquité.

Malgré l'abondance du minerai, peu de mines sont exploitées. L'arsenal de Foutchéou emploie une certaine quantité de fers indigènes, dont quelques-uns sont d'une qualité peu inférieure aux meilleurs fers de Suède. Cependant, les besoins dépassant la production, la Chine importe d'Europe une grande quantité de fer et d'acier qui reviennent à bien meilleur marché que les produits indigènes, d'ailleurs fort grossièrement fondus et travaillés. Les aiguilles européennes se trouvent aujourd'hui dans les villages les plus éloignés de la frontière maritime.

Dans l'Empire des fleurs, la fonte de fer a été employée dès la plus haute antiquité, tant pour les travaux d'art que pour les usages domestiques. A Chinkiang, on admire

une pagode en fonte à sept étages; à Hangchou, des statues en cette matière ornent la tombe d'un célèbre général et représentent les ennemis vaincus et enchaînés. Dans les temples de toutes les grandes villes existent des cloches en fonte de fer; ce sont même les plus communes. A certaines époques, on a aussi fabriqué des monnaies de fer. Le toit de la tour de porcelaine à Nanking était formé d'un immense bassin en fer fondu, si épais et si solide que, lors de la destruction de la tour par les Taïpings, il ne se brisa pas dans sa chute, et resta de longues années comme seul vestige de cette célèbre construction.

C'est surtout avec le *bronze* que les Chinois ont produit leurs plus belles œuvres d'art. Ils ont de fort bonne heure atteint la perfection dans l'industrie des bronzes fondus et ciselés. Dès l'époque la plus reculée, on trouve cet alliage employé pour la fabrication des monnaies; les vases en bronze pour brûle-parfums et autres usages du culte vinrent ensuite. Ces vieux bronzes, appelés *kou-toung* en langue mandarine, portent généralement quelques caractères hiéroglyphiques gravés, ou fondus avec le vase ; ils sont fort prisés des collectionneurs étrangers et indigènes. Pour les lettrés, un bronze n'est une antique que s'il remonte au moins à deux mille ans de date. Un corps de savants archéologues a publié, en un gros ouvrage illustré comprenant seize volumes (le *Po-Kou-Tou)*, l'histoire des vases sacrés de la dynastie des Shangs, de 1756 à 1112 av. J.-C. Les plus beaux vases en bronze furent, dit-on, fondus sous le règne du premier empereur de cette dynastie; ils ont donc plus de 3500 ans d'âge, et on les paie des prix fabuleux. C'est dans les pagodes et chez les riches mandarins que l'on trouve ces remarquables spécimens d'un art aujourd'hui en décadence. On a même perdu aujourd'hui le secret pour fondre les grandes pièces et pour fabriquer les bronzes niellés d'or et d'argent; et

on ne trouve plus que de bien rares échantillons de ces derniers dans les boutiques des marchands de curiosités. Si les originaux sont rares, on trouve, par contre, dans toute la Chine des copies d'une imitation si parfaite que les plus forts connaisseurs, même Chinois, s'y laissent souvent tromper.

Les voyageurs qui ont visité Pékin et ses environs ont pu admirer au palais d'été de *Wan-Shou-Shan* deux beaux lions et une vache en bronze. Là on voit aussi un pavillon très élégant entièrement fait de ce métal, toiture, poutres, portes et fenêtres. Dans un temple, non loin de là, se trouve une magnifique cloche de bronze antique. Elle mesure quinze pieds de hauteur, quatorze pieds de diamètre et près d'un pied d'épaisseur au bord ; son poids est évalué à cinquante-trois tonnes environ ; c'est, dit-on, la plus grosse cloche suspendue qui existe. Elle fut fondue sous le règne de l'empereur Yung-lo, de la dynastie des Mings (1403-1425). Mais ce qui en fait surtout un chef-d'œuvre, et montre en même temps la pureté du métal et la perfection avec laquelle les artistes avaient su préparer leur moule, c'est que cette énorme pièce de bronze est entièrement recouverte, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, d'environ quatre-vingt mille caractères chinois et thibétains en relief, représentant le texte entier d'un ouvrage de la liturgie bouddhique. Ils sont si bien venus de fonte et d'arêtes si vives, qu'on jurerait qu'ils ont été ciselés après coup.

A l'Observatoire de Pékin se trouve, soutenue par des dragons d'un travail merveilleux, une sphère armillaire également en bronze, qui date de 1279. Il est juste de faire observer que les magnifiques instruments d'astronomie, que les jésuites firent couler en bronze vers 1648 et élevèrent sur la tour du même Observatoire, ne lui cèdent en rien en beauté d'exécution et en richesse de dessin et de ciselure.

L'or et l'argent entraient dans la composition de cer-

tains vieux bronzes chinois et leur donnent une patine spéciale fort goûtée des collectionneurs. Pour imiter ces patines antiques, les rusés commerçants modernes enterrent leurs coupes, après les avoir enduites de diverses compositions chimiques destinées à produire les effets voulus. Mais comme ces procédés sont trop lents, les contrefacteurs ont bientôt appris à imiter les oxydes et les carbonates de cuivre, destinés à vieillir les bronzes, en collant à leur surface des pâtes colorées composées avec du vert de gris, de la malachite broyée et différents sulfures. Ils gravent de vieux caractères dans l'épaisseur du métal, ou même incrustent dans le fond de la pièce des débris d'inscriptions authentiques provenant de vases brisés.

Parmi les autres métaux exploités en Chine, il faut citer le plomb, l'étain, le cuivre, le zinc et le mercure.

La galène ou sulfure de plomb argentifère sert à l'extraction du *plomb* (1). Le métal obtenu est employé à la fabrication du blanc de plomb, du minium, de la litharge et du massicot. On le transforme aussi en feuilles minces, obtenues par fusion entre deux briques ; elles servent à doubler les caisses à thé.

L'*étain* n'est connu des Chinois que sous des noms qui semblent indiquer qu'il n'existe pas dans le pays : ils l'appellent *plomb étranger, fer de Macao (Ma-ko-tieh)*, etc. On dit cependant qu'il s'en trouve des mines sur le territoire des Karchins en Mongolie. Seul ou mélangé au plomb, il sert à la confection d'une foule d'objets domestiques, brûle-parfums, chandeliers, théières, boîtes à toilette, coupes et soucoupes, le tout gravé, peint ou laqué. La ville de Swatow est célèbre pour l'excellence de ces produits en étain.

La province du Yunnan est celle qui fournit la plus

(1) Les plombs indigènes sont généralement fondus en petits saumons d'un gris foncé.

grande partie du *cuivre* employé en Chine, bien qu'on en trouve encore dans six autres provinces. Il en existe plusieurs alliages naturels, spéciaux au pays, par exemple le cuivre blanc *paï tung,* qui contient du zinc, de l'arsenic et du nickel. Le métal des tamtams ou gongs, appelé *toutenague,* et en chinois *shantung, cuivre sauvage* ou *de montagne,* est un alliage d'étain, de cuivre et de zinc. Le cuivre sert à la fabrication des monnaies courantes dites sapèques, qui sont fondues et non frappées, à la fonte des cloches, des bronzes d'art et des canons, à la confection des tamtams, bassins et articles de ménage.

Le *zinc,* que l'on a associé au cuivre et à l'étain pour faire du bronze, est confondu par les Chinois avec l'étain, le plomb et l'antimoine ; ils l'appellent *plomb blanc.* On en trouve au Yunnan et au Kweichou. Cependant la majeure partie du zinc employé en Chine est d'origine étrangère.

L'*antimoine* existe en Chine, mais n'est pas connu des Chinois, et n'a pas encore été trouvé en quantité suffisante pour donner lieu à l'extraction. On dit qu'il se trouve au Hunan et, sous la forme de sulfure, dans les galènes argentifères du Shantung.

Le cinabre ou sulfure de mercure *(tchousha)* se trouve dans sept provinces. Au Shensi, on brûle des fagots dans le puits de la mine, et on recueille le *mercure* après condensation. L'argent liquide, *shui-yin,* comme disent les Célestes, existe à l'état métallique dans plusieurs provinces. Il est recueilli et transporté dans des bouteilles en pierre ou des tubes de bambou. Mais la presque totalité du mercure en Chine est importée d'Espagne ou de Californie. Canton en consomme de grandes quantités pour l'étamage des miroirs, ainsi que pour la fabrication du calomel et surtout du vermillon. A ce propos, disons un mot de la préparation des couleurs minérales en Chine.

Pour faire le *vermillon,* on mélange deux livres de soufre à une livre de mercure, puis on sublime en vase clos ; le

sulfure se dépose en fins cristaux rouges sur le couvercle, refroidi par un courant d'eau ; on le broye ensuite en poudre impalpable, dont on augmente encore la finesse par la lévigation. Cette poudre, séchée sur des tuiles poreuses, constitue le vermillon du commerce.

Le *lapis-lazuli*, que produit l'île de Haïnan, sert à faire des bijoux, et donne du bleu pour la peinture sur porcelaine et sur cuivre. Ce bleu des plus renommés et parfaitement stable est obtenu en broyant finement et en lévigeant les plus beaux échantillons de lapis. Le même procédé, appliqué à la malachite et à divers carbonates de cuivre, produit les différents verts minéraux.

Pour obtenir la *céruse* ou blanc de plomb, les Chinois font réagir du vinaigre sur des tubes de plomb placés dans un tonneau, renfermé lui-même dans une grande jarre remplie de cendres chaudes.

Le *bleu de Prusse* se fabrique à Canton d'après les anciens procédés européens apportés en Chine par les Hollandais de la Compagnie des Indes.

La province du Kuangsi fournit l'*arsenic blanc* ou acide arsénieux, obtenu par sublimation, et l'*arsenic jaune* ou orpiment. Tout le pays dans le voisinage des fabriques n'est plus qu'un vaste désert, les vapeurs empoisonnées ayant détruit la végétation et forcé hommes et animaux à s'établir en dehors de la zone maudite. Les lois les plus sévères président à la vente et à l'emploi de ce poison. Un médecin, convaincu de s'en être servi, peut être condamné à de nombreuses années de prison ou même envoyé au supplice, si son malade a succombé. L'*arsenic* est employé dans la fabrication du tabac à fumer, et lui communique une odeur d'ail désagréable. L'*arsenic rouge* est taillé en coupes ou en statuettes ; les premières sont employées en médecine : on y verse quelques gouttes de vinaigre, que l'on boit, après un séjour de quelques heures dans le vase, comme remède contre la fièvre. L'arsenic entre encore dans la composition des engrais, où on l'in-

troduit pour empoisonner les vers et les insectes. L'acide arsénieux est pris par les plongeurs pour « se conserver l'estomac chaud », comme ils disent. L'orpiment vient du Yunnan et est employé dans la peinture.

Le règne minéral fournit encore à la Chine de nombreux *sels*, récoltés à l'état naturel ou obtenus par une manipulation chimique très primitive. Le Thibet fournit le borax, la Mongolie le natron. Formose abonde en alun ainsi qu'en soufre. Le sol alcalin des provinces du nord donne par simple lessivage des sels de soude, de potasse et de magnésie. Le salpêtre s'obtient en grande quantité dans l'ouest du Shantung ; les rivages de cette province produisent en abondance le chlorure de sodium, que l'on extrait aussi de marais salants et de puits artésiens dans la province du Yunnan ; les eaux sont concentrées au moyen du gaz naturel qui s'échappe des fameux puits à feu du pays. Dans le voisinage des mines de charbon du Shantung, on fabrique du sulfate de fer par le lavage de la houille pyriteuse.

L'*or* se trouve abondamment répandu en Chine, dans les sables d'alluvion des provinces du nord. Le Yang-tze-Kiang en roule dans son lit, d'où le nom de *Chin-Sha-Kiang*, *fleuve au sable d'or*, qu'il porte dans la partie supérieure de son cours. Jusqu'en ces dernières années, l'exploitation des placers était défendue par une loi de l'empire, sauf à certaines époques, en temps de famine par exemple. Tout récemment, on a trouvé l'or dans sa roche à Ping-tou au Shantung, et on autorisa une exploitation par les procédés européens, sous la direction d'un ingénieur anglais. Mais cette entreprise fut si mal menée que les frais généraux (lisez : la concussion et le vol) absorbèrent plus que les revenus, et on dut abandonner l'exploitation. Haïnan et les vallées du Thibet, de même que la Mongolie et les rives de l'Amour, fournissent aussi le précieux métal. C'est de ce dernier pays que viennent les

petites barres d'or que l'on trouve dans le commerce ; elles pèsent environ dix onces chinoises, et ont la forme et à peu près la dimension d'un biscuit de Savoie. Cet or est d'une pureté remarquable, contenant 90 à 96 p. c. de métal fin, avec quelques traces de cuivre et d'argent. Sa valeur dans le nord est d'environ seize fois celle du même poids d'argent, mais elle représente jusqu'à vingt fois cette valeur quand le métal a été fondu et raffiné. Sous la forme de lingots, l'or sert aux transactions commerciales. A Soutchéou et à Nankin, on le bat en feuilles minces, employées pour la dorure sur bois et l'ornementation des idoles. Dissous dans le mercure, il sert à dorer l'argent et le cuivre. Les orfèvres de Canton le travaillent admirablement et en font des bijoux très bien ciselés ; mais, comme la loi exige qu'ils soient sans alliage, ils sont trop mous ; ils s'usent et se rayent plus vite que les nôtres. Cette pureté du métal les fait aussi paraître plus chers, à volume égal, que les mêmes bijoux de facture européenne, et cela malgré le bon marché de la main-d'œuvre. Le prix de cette main-d'œuvre se calcule en Chine en ajoutant 18 à 25 p. c. à la valeur du métal fourni à l'ouvrier. L'or employé à Canton provient souvent de la Californie et quelquefois d'Australie ; dans tous les autres ports, surtout au nord, il est de provenance chinoise ou mongole.

L'*argent* se trouve à l'état natif dans plusieurs provinces, entre autres au Kuangtung et dans l'île de Haïnan. Au nord, il est le plus souvent combiné avec le plomb dans la galène. Comme l'or, il n'est jamais monnayé, et s'emploie en lingots ayant la forme de sabots ou de souliers de dame mongole : de là le nom de *shoes of sycee*, donné par les Anglais à ces lingots. Les plus en usage sont du poids de 50 ou 100 taëls (onces chinoises) ; il s'en trouve aussi, mais plus rarement, du poids de 1 taël. On se contente de couper ces lingots au ciseau, pour les diviser ensuite en parcelles plus petites au moyen de fortes cisailles. Ils

portent la marque des essayeurs, et leur valeur inscrite à l'encre de Chine. Ceux qui viennent du nord contiennent souvent de l'or en quantité appréciable. Les Chinois ont appris des missionnaires catholiques l'art de raffiner l'argent au moyen de l'acide sulfurique ; ce fut l'abbé Vinçot qui, le premier, enseigna ce procédé à ses chrétiens du Yunnan. Aujourd'hui on trouve des raffineries d'argent dans plusieurs villes, entre autres à Shanghaï et Canton ; aussi l'exportation de l'argent chinois en Europe a beaucoup diminué, sinon entièrement cessé. La Chine profite de l'opération dont Hambourg a eu longtemps le monopole ; car c'était là qu'autrefois on extrayait l'or de l'argent chinois, qu'on renvoyait ensuite en Chine, après avoir remplacé par du plomb le précieux métal. C'est qu'en effet, au contraire de l'or, on tolère pour l'argent une certaine quantité d'alliage, cuivre ou plomb.

Canton a la spécialité des ouvrages en argent ciselé et repoussé d'une finesse et d'un goût exquis. A Formose, on fabrique des filigranes d'argent renommés, tandis qu'à Kiungchow, dans l'île de Haïnan, on trouve l'industrie spéciale des ouvrages en argent émaillé.

Ceci nous amène tout naturellement à l'industrie des cloisonnés, qui est une branche de l'orfèvrerie et de la verrerie que nous allons étudier rapidement.

Chose extraordinaire ! les Chinois, qui se vantent d'avoir presque tout inventé, n'ont pas découvert le secret de la fabrication du verre. Encore aujourd'hui, c'est à peine si l'art du verrier est connu en Chine, où il n'existe qu'une seule verrerie. Cet état de choses vient sans doute de ce que les découvertes de la céramique leur ont permis de se passer du verre. Pour la fabrication des vases, dès l'origine, la porcelaine leur en tint lieu ; et pour ses autres usages domestiques, il est encore aujourd'hui remplacé par le papier, la gaze de soie, la corne et les écailles transparentes.

L'origine étrangère du verre nous est attestée par son nom même. Dans les grands dictionnaires et encyclopédies, il est désigné sous les noms de *lieou-li* (1), de *shouï-yü*, jade d'eau, parce qu'il est aussi transparent que ce liquide, et aussi dur que le jade ; mais son nom le plus ordinaire, celui sous lequel il est le plus connu, est *Poli-yü*, jade de Poli, ou simplement *Poli*. Le dictionnaire de Kanghsi explique qu'il est ainsi appelé parce qu'il fut importé du royaume de Perse, en chinois *Po-li*. Il paraîtrait qu'un empereur de la dynastie des Mings (1368-1618), ayant entendu raconter que dans l'empire des Ta-tsin on trouvait un verre de dix couleurs différentes, chargea un eunuque du palais, nommé San-Pao d'aller en Occident chercher des échantillons de ce verre et de ramener avec lui des ouvriers capables d'en produire de pareil. Ainsi fut fait, et l'on fabriqua bientôt en Chine du verre en abondance et à bon marché.

D'après un autre livre, intitulé : *Rapport sur les pays d'Occident à l'époque de la dynastie de Chien-han* (202 à 23 av. J.-C.), nous trouvons relaté qu'à l'époque des Wei (qui régnèrent de 220 à 260 av. J.-C.), des étrangers arrivèrent dans la capitale de l'Empire chinois, qui se trouvait être alors Si-an-fou au Shansi. Ils venaient du royaume de Yueh-chih ou Cambodge (la grande encyclopédie *Yuen-chien-lei-hang* dit qu'ils venaient de l'Inde, Tien-chou-kuo). Ils firent des recherches dans une montagne voisine, appelée *Li-shan* (montagne de grès), et y trouvèrent une pierre dont ils firent du verre, en la fondant avec des sels. Ce verre était de diverses couleurs, plus transparent et plus brillant que celui qui venait d'Occident sous le nom de *lieou-li*. Un des empereurs de cette dynastie des Wei se fit construire une chambre de verre qui pouvait contenir cent hommes ; elle était si claire et si transparente que tous ceux qui la virent la crurent l'œuvre des génies. Il avait sans

(1) Le caractère *li* se trouve aussi dans le nom chinois de Samarcande, *Li-kan*.

doute lu dans les antiques traditions qu'un de ses prédécesseurs de la dynastie des Hans (202 av. à 24 ap. J.-C.), le fameux Wu-ti, qui avait commerce avec les génies, s'était fait construire par eux une chambre dont les portes et les fenêtres étaient en verre blanc. — Nous avons nous-même trouvé dans les cendres du palais d'été d'épais morceaux de verre, débris des glaces venues de France dont l'empereur Kanghsi avait décoré son palais de *Yuen-ming-yuen*, probablement en souvenir de ces traditions.

Nous lisons encore dans la grande encyclopédie chinoise que l'on apporta autrefois, d'une île située au sud-ouest de l'Annam *(Fou-Nan)*, un miroir en verre vert d'un pied de diamètre et pesant quarante livres. Il était d'une pureté et d'un poli tels qu'on ne pouvait supporter l'éclat du soleil se reflétant sur sa surface. Les livres sanscrits du Bouddhisme mentionnent aussi le verre sous le nom de *lieou-li*, qui aurait été celui d'une perle.

Quoi qu'il en soit, l'art de la verrerie s'est si peu répandu en Chine, qu'on n'y trouve pour ainsi dire point de verres anciens. Aujourd'hui même, la ville de Po-shan-hsien au Shantung paraît être la seule où l'on fabrique le verre de toutes pièces, et cela par des procédés importés de l'Inde ou du Cambodge, c'est-à-dire en fondant dans des creusets réfractaires le grès calcaire des montagnes voisines avec du carbonate de soude ou du salpêtre. On le colore avec de la pyrite de fer, des oxydes de cuivre, ou des sels de fer et de plomb.

Le combustible employé est la houille, et Po-shan-hsien en possède des mines importantes. Le verre, fondu en baguettes semi-cylindriques de 1 mètre à $1^{m},50$ de long sur 3 centimètres de large, et 1 centimètre d'épaisseur, est envoyé en paquets à la verrerie impériale de Pékin ou à Canton; là il est employé pour vernir les tuiles des temples et des palais impériaux. Les couleurs les plus usitées sont le blanc opaque, le vert, le rouge, le brun, le jaune et le bleu. A Po-shan-hsien même, il est aussi

refondu et transformé en mille petits objets usuels : bouquins de pipe, bagues, bracelets, imitations de bijoux, tasses, soucoupes, flacons, et en une quantité innombrable de petits jouets imitant des fleurs, des fruits, etc. J'ai remarqué entre autres une trompette spéciale, dont le pavillon, fermé par une mince feuille de verre venue de fonte avec le tube, est mis en vibration au moyen d'une série d'aspirations, ce qui produit un son strident analogue à celui du grillon.

C'est encore à Po-shan-hsien qu'on fabrique les galettes d'émail opaque avec lesquelles on obtient à Pékin les cloisonnés si célèbres. Plusieurs familles sont employées dans cette industrie, et se transmettent de père en fils, depuis des siècles, le secret de certaines couleurs. Quelques-unes, telles que les rouges, les bleus et les jaunes du temps des Mings, sont aujourd'hui perdues. Autant que j'ai pu m'en rendre compte, dans une visite secrète et nocturne que je fis à un de ces ateliers, c'est avec des pierres naturelles, analogues à celle qui sert à faire le verre, que l'on obtient ces émaux. Ce n'est qu'avec la plus grande difficulté que je parvins à pénétrer dans cette fabrique. L'entrée m'en avait été formellement refusée dans la journée ; mais, décidé à pénétrer le secret, je fis semblant de quitter la ville, puis je revins au milieu de la nuit, seul, déguisé en domestique chinois, avec une misérable lanterne de papier à la main. La foule, dont j'avais été accompagné partout pendant le jour, avait alors disparu, et la rue était déserte. Je grattai modestement à la porte, *more sinensi*. On m'ouvrit sans défiance, et je ne fus reconnu que lorsque le feu des fourneaux éclaira ma figure et révéla à mes hôtes ahuris qu'ils avaient affaire à un diable étranger, un *yang-kuei-tze*. Quelques bonnes paroles me gagnèrent le cœur de ces braves gens, et j'achevai de conquérir leurs bonnes grâces en leur déclarant, d'après la couleur de la flamme, quelle était la teinte du verre en train de fondre dans le creuset. Je leur racontai la manière

de fabriquer et de colorer le cristal en Europe, et ils me donnèrent en échange des informations intéressantes, et des échantillons de leurs matières premières : grès calcaire, pyrite de fer, carbonate de soude, azotate de soude et de potasse, etc., etc. Je leur achetai aussi tout un stock d'objets en verre curieusement coloré, et imitant fort bien le jade, le grenat, l'améthyste, l'agate, la cornaline, la topaze, etc. Parmi ces échantillons, je remarquai des perles de verre, dont la pâte fendillée et colorée dans les failles imitait parfaitement certaines pierres précieuses. On obtient ces imitations en faisant tomber le verre encore chaud dans un liquide froid tenant des couleurs en dissolution.

Tant au point de vue artistique qu'au point de vue commercial, la fabrique des *cloisonnés* occupe en Chine le premier rang. Le nom chinois et mandchou de ces articles, *fâ-lan,* et la date des plus anciens (1) semblent indiquer que c'est du royaume de France (appelé alors comme aujourd'hui *Fâ-lan-si)* qu'ils furent importés en Chine par les premiers missionnaires. La Chine se vante trop de nous avoir donné la boussole, la poudre à canon, la porcelaine et l'imprimerie, pour que nous ne saisissions pas cette occasion de signaler qu'elle doit au moins quelque chose à l'Occident. De plus, on trouve en Chine, non pas seulement l'émail cloisonné, mais encore l'émail uni sur cuivre, en tout pareil aux émaux de Limoges. Quant au procédé dit de champ-levé, je ne l'ai pas rencontré dans l'Empire des fleurs.

Voici comment l'on procède à Pékin, le centre de la fabrication des émaux cloisonnés. Sur le vase ou objet en cuivre que l'on veut émailler, on trace à la pointe le dessin voulu, généralement des arabesques, des figures géométriques ou des fleurs. On applique ensuite de champ sur

(1) Dynastie des Ta-Ming, il y a environ trois siècles.

ces lignes de minces rubans de cuivre, qu'on maintient en place au moyen de résine fondue. Puis on saupoudre les points de contact avec de la limaille de soudure d'argent, qui fond à une température plus élevée que les émaux. Cela fait, la pièce est enfermée dans un manchon de fer et exposée à un feu de charbon de bois, dans un mauvais petit fourneau en terre, fait parfois d'une vieille jarre défoncée; on active la combustion au moyen d'un vieil éventail en feuille de palmier. La soudure des cloisons ainsi obtenue, on dore le tout au mercure, quand il s'agit de cloisonnés riches. Cette opération a pour but de recouvrir le cuivre d'un métal inoxydable, qui en empêche l'attaque par les sels basiques de l'émail, dont la couleur s'altérerait ainsi peu à peu en vieillissant, ainsi que cela a lieu dans certains émaux japonais à bon marché. L'émail est obtenu en brisant et réduisant en poudre impalpable, par la lévigation, les galettes vitreuses fabriquées à Po-shan-hsien. Cette fine poussière, mélangée à de l'eau rendue mucilagineuse par l'addition de colle de riz, est appliquée au pinceau, dans les cloisons, en couche épaisse de plusieurs millimètres. Après avoir séché le tout au moyen d'une chaleur modérée, on place de nouveau la pièce dans son enveloppe protectrice en fer, puis on la remet au fourneau ; là elle est soumise à une température suffisamment élevée pour fondre l'émail sans le faire couler. Lorsque, par une série de retouches et de mises au feu (généralement trois), on a bien rempli toutes les cavités, soufflures, etc., on unit la surface d'abord avec la lime, puis avec une pierre de grès sur un tour; on procède ensuite au polissage complet, et on dore au mercure les parties apparentes du métal. Quelques fabricants ont même appris d'un missionnaire lazariste résidant actuellement à Pékin, M. l'abbé Favier, à se servir de la pile pour la dorure, et à perfectionner grandement les dessins de leurs cloisonnés.

Quelques familles en fabriquent maintenant d'une finesse remarquable et d'une grande richesse de dessin et de colo-

ris. Les cloisonnés anciens sont d'autant plus appréciés qu'ils sont plus épais et plus lourds. S'il faut en croire les Chinois, c'est sous le règne de King-tai (1450 av. J.-C.) que cette industrie aurait pris naissance à Pékin.

Canton a la spécialité des émaux peints sur cuivre, genre de Limoges.

II. — RÈGNE VÉGÉTAL.

Les productions du règne végétal les plus importantes par leurs applications industrielles sont les bois, les couleurs et teintures, les huiles, vernis, cires et gommes, enfin les fibres végétales employées dans la confection du papier. Nous allons examiner successivement ces diverses matières.

Le *bois* tient dans les constructions chinoises une place d'autant plus importante que celles-ci, le plus généralement en briques, sont ornées de colonnes, balcons et charpentes apparentes en bois naturel ou plus souvent peint et laqué des couleurs les plus vives. La nature des bois en usage varie suivant les provinces, ou mieux suivant le climat et la latitude. Dans le nord, on trouve des bois analogues aux nôtres, mais appartenant à des variétés et quelquefois à des espèces essentiellement chinoises : par exemple, le pin *(Pinus sinensis)*, le sapin doré *(Abies Kaempferi)*, le *Cunninghamia sinensis*, conifère ressemblant à l'araucaria, le chêne chinois *(Quercus sinensis)*, à feuilles de châtaignier, avec lequel on le confondrait certainement en l'absence de ses glands, le ginko *(Salisburia adiantifolia)*, fournissant un bois blanc très homogène, employé en ébénisterie.

Pour les meubles, on se sert du bois de camphrier *(Laurus camphora)*, commun à Formose, du bois de kaki *(Diospyros kaki)*, de la famille de l'ébène, d'acacia de

Chine et de peuplier. Les beaux meubles sculptés dont Canton a le monopole sont taillés dans des bois durs, noirs ou rouges, importés de l'Indo-Chine et de la Malaisie. Les magnifiques colonnes des tombeaux des Mings et de divers temples ont été également importées de Bangkok par mer.

Ningpo a la spécialité des meubles en bois jaune, acacia, *Celtis sinensis,* etc., incrustés de découpures en ivoire ou en bois coloré et gravé. Ces meubles sont ensuite vernis à la laque ou avec l'huile de l'*Elæococca vernicia,* arbre de la famille des Euphorbiacées, qui croît dans la Chine centrale, et dont les graines fournissent une huile siccative très renommée sous les noms de *tung-yeou* et de *wood oil.*

L'objet le plus important du mobilier chinois est le lit. Ce meuble atteint souvent des proportions considérables; parfois il constitue à lui seul une sorte de chambre à compartiments formés de panneaux et ornés de transparents en gaze ou en soie peinte. En 1873, à l'Exposition universelle de Philadelphie, quelques-uns de ces lits monumentaux, provenant de la fameuse fabrique de *Sung-Sing-Kung* à Ningpo, furent vendus pour des sommes variant de quinze à vingt mille francs. Cette maison est aussi la plus importante pour les ouvrages d'art en bois sculpté et découpé, tels que cadres, coffrets, figurines et groupes, témoignant d'un goût très artistique.

Le bois employé pour ces travaux de fine sculpture est celui d'une espèce de fusain, l'*Evonymus Bungeanus,* qui croît dans le Chekiang, et atteint des dimensions telles qu'on en peut tirer des planches de plus de 30 centimètres de largeur sur 3 ou 4 centimètres d'épaisseur. A première vue, il ressemble beaucoup au buis, mais il est d'un jaune plus clair et d'une densité moindre. Il sert aussi à faire les planches gravées en relief avec lesquelles on imprime les livres chinois. Le buis devenant rare en Europe, on a proposé de le remplacer par ce fusain pour la confection des planches à graver. Son nom chinois est *paï-tcho.*

A Canton, le bois de santal *(Santalum album)*, importé de l'Inde et de l'Océanie, est travaillé en coffrets, jouets, etc. Comme il est assez cher, les rusés artisans le remplacent souvent par des bois indigènes, qu'ils teignent en jaune au moyen du curcuma ou du turmeric, et qu'ils parfument avec l'huile de santal.

Si le *bambou* n'est pas un bois proprement dit, cette graminée gigantesque n'en fournit pas moins aux Chinois une matière première excellente pour la confection des objets mobiliers, tels que tables, chaises, armoires, et dans la confection desquels il n'entre pas un clou : tout est fixé au moyen de chevilles taillées dans le bambou lui-même. Ce produit pourrait être appelé *acier végétal*, tant il possède de points d'analogie avec l'acier ordinaire. Grâce à la silice que renferment en abondance ses cellules ligneuses, le bois de bambou est non seulement incorruptible dans l'eau et dans la terre, mais il est encore inattaquable aux insectes destructeurs, si terribles dans les pays chauds. Il possède l'élasticité de l'acier ; un éclat de bambou coupe comme un rasoir ; à Java, on fabrique même des couteaux, et, dit-on, des rasoirs avec de minces éclats d'une variété de cette merveilleuse graminée.

On dit aussi qu'à Canton on fait, au moyen du bambou, des ressorts pour les horloges ; des malins vont jusqu'à prétendre qu'ils ont réussi à en faire des ressorts de montre. J'ai possédé une paire de bottines entièrement chevillée avec du bambou. Il serait oiseux de citer ici les mille et mille formes auxquelles se prête ce végétal, depuis la chaudière naturelle, qui résiste assez bien au feu pour qu'on puisse y faire cuire du riz, jusqu'à la pointe de flèche ou de lance en bambou acéré et durci au feu. Mais il importe de faire connaître un usage tout à fait artistique auquel il est employé.

La ville de Kiating, près de Shanghaï, a la spécialité de

plateaux, vases et jouets en bambou gravé. On détache d'abord en feuilles minces la partie interne de la tige ; ces feuilles, on les applique sur des planches extraites du restant même de la tige, développé et dressé au moyen de la vapeur d'eau. L'absence complète de cellules fibreuses dans la partie interne du bambou lui donne l'apparence de vieil ivoire, ou mieux d'une pâte céramique d'une jolie couleur crême. Sur cette surface bien unie, l'artiste grave à la pointe de gracieux dessins, qu'il rend quelquefois plus apparents en les frottant avec de la cire teinte en vert par de la poudre de malachite.

Le bambou est employé à Pékin pour fabriquer de minuscules instruments de musique, sortes d'orgues à nombreux tuyaux dont l'épaisseur est celle d'une feuille de papier, et ne pesant que quelques grammes. On fixe ces petites flûtes à la queue des pigeons, qui font ainsi en volant une musique des plus variées, destinée à effrayer les milans et autres oiseaux de proie. Comme ces orgues éoliennes sont laquées, la pluie n'a sur elles aucune action ; aussi elles se conservent fort longtemps en bon état.

Enfin, le dernier meuble des Chinois, le cercueil, est un véritable monument, souvent une œuvre d'art, faite pour le pauvre de troncs de genévrier ou de pin chinois à peine équarris puis laqués, et pour le riche d'épais madriers de bois précieux, tels que le fameux *Persea nanmu* du Yunnan, réputé incorruptible, sculptés et décorés de bas-reliefs peints et dorés.

Les racines tordues de diverses espèces d'arbres sont transformées par les artistes indigènes en statuettes grotesques, fort curieuses, au moyen de quelques coups de gouge ou de ciseau habilement appliqués. Ces curiosités ont, en général, une valeur d'autant plus grande que les formes sont plus extraordinaires et plus compliquées.

Pour la fabrication du *papier*, c'est encore le bambou que l'on emploie, ainsi que le chanvre, la paille de riz

et de froment, l'écorce du *Broussonetia papyrifera* (sorte de mûrier), l'Hibiscus, les tiges d'une espèce de pois *(Pachyrhizus trilobus)* et les déchets de coton. On dit encore que le rotin *(Calamus rotang)*, certaines algues, les écorces de l'ailante et du pin chinois, ainsi que des déchets de soie provenant des cocons dévidés, sont également employés pour cette manufacture. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'industrie du papier, dont *Tsaï-lun* est l'inventeur, remonte à la dynastie des Hans (175 av. J.-C.) ; son usage se répandit dans l'Empire l'an 153 de notre ère.

Le papier blanc, qui sert pour le dessin et l'aquarelle, est fait de paille de froment, ainsi que le papier à lettres. Celui-ci est généralement coloré, et porte divers dessins et inscriptions en impression monochrome. Il est souvent enduit de cire, ce qui le rend brillant et moins absorbant, car les Chinois ne se servent pas d'alun pour encoller le papier.

Au Shantung, on fabrique les papiers de tenture artistiques dont nous avons déjà parlé. Ils sont en feuilles d'un pied carré, frottées de plâtre, puis ornées, par l'impression, de dessins en tulle rendus brillants par un léger polissage avec un cylindre de pierre. A Shaohsing, dans la province du Chekiang, on trouve un papier noir très résistant employé par les batteurs d'or, et dont la composition est le secret d'une douzaine de familles qui le fabriquent exclusivement. Un autre papier noir d'apparence métallique est employé à Canton pour envelopper le vermillon en poudre.

Les Chinois savent appliquer l'or, l'argent et le cuivre, en feuilles extra-minces, sur un papier solide, qu'on découpe ensuite en fines lanières d'un demi-millimètre de largeur. En les enroulant sur des fils de soie ou de coton, on obtient une excellente imitation de fils d'or et d'argent ; ces fils sont employés pour la broderie des vêtements de cérémonie à bon marché.

Il faudrait dresser une liste très longue, si l'on voulait énumérer les divers papiers employés par les Chinois, tant

pour leurs livres que pour leurs tableaux, tentures, etc. Il y en a de toutes couleurs et de toutes textures, depuis le carton grossier fait de paille jusqu'au fin papier de bambou si prisé par nos graveurs. Le papier constitue la matière première de tous les tableaux chinois, qui ne sont que des aquarelles ou des gouaches. La peinture à l'huile sur toile n'existe qu'à Canton, où elle a été introduite par les Européens. On se sert encore de la soie et de la gaze pour confectionner ces longues bandes étroites couvertes de peintures qui, munies d'une baguette cylindrique aux bords supérieur et inférieur, se voient dans tous les salons chinois, généralement suspendues par paires, d'où leur nom de *tui hsia* (paires pendantes). Au lieu de peintures, ces bandes ou stores sont le plus souvent ornées de beaux caractères tracés de la main d'un calligraphe distingué, se détachant en noir, or ou argent, sur un fond bleu, vermillon, rose ou saumon, uni ou saupoudré d'or ou d'argent, du plus gracieux effet. Ce sont souvent des formules de politesse ou des extraits des classiques, adressés en compliment et offerts en cadeau par un ami, un client reconnaissant, etc.

Pour faire le papier de bambou, on choisit une espèce particulière, qu'on coupe au premier mois de l'année chinoise (vers notre mois de mars). On débarrasse les bambous de leurs feuilles et menues branches, puis on les fend et on les met en fagots de 3 à 4 pieds de longueur. Ces fagots sont placés pendant quelque temps dans des réservoirs d'eau, creusés en terre argileuse ; pour les qualités supérieures de papier, on a soin de gratter, au préalable, l'écorce siliceuse verte. Lorsque les bambous sont suffisamment ramollis, on les détaille en petites bûchettes, qu'on remet dans le réservoir en les recouvrant d'une couche de chaux vive. Au bout de trois ou quatre mois, l'eau et la chaux ont réduit le bois en une sorte de pulpe grossière, qu'on bat fortement sous un pilon pour la rendre plus fine et plus homogène. Au moyen d'un courant

d'eau on la débarrasse complètement de la chaux et autres impuretés, puis on la soumet à l'ébullition pendant un instant et on ajoute de l'eau pour lui donner le degré de fluidité nécessaire. Cette matière est alors versée sur des formes dont le fond est constitué par un tamis fait de minces réglettes de bambou placées de champ. Un bon ouvrier peut faire six feuilles par minute. Il les entasse les unes sur les autres, les soumet à une forte pression pour en extraire l'eau, puis les applique à la brosse sur la surface extérieure d'un long fourneau. Enfin la dessiccation s'achève au soleil, qui blanchit le papier en le séchant.

Quelques espèces de papier sont collées avec de la colle de peau ; d'autres sont enduites d'huile d'*Elæococca* pour les rendre imperméables ; elles servent alors pour faire des parapluies et emballer la soie ou autres matières craignant l'humidité. Le fameux papier de riz n'a de papier que le nom ; il n'a rien non plus du riz, puisqu'il n'est autre chose que la moelle d'un arbrisseau de Formose appartenant à la famille du lierre, l'*Aralia papyrifera*. On débite cette moelle en feuilles minces en la faisant rouler sur le tranchant acéré d'un couperet, exactement comme chez nous quand on taille les bouchons. Quant au papier dit de soie, il n'y entre pas plus de fils de cocon qu'il n'y a de paille de riz dans le précédent : il est fabriqué avec le liber ou seconde écorce du mûrier à papier.

Le *coton (Gossypium herbaceum)* n'est pas originaire de la Chine; il fut importé de l'Inde vers le IXe siècle de notre ère. Dès l'an 1300, les environs de Shanghaï étaient un des grands centres de sa production ; aujourd'hui il est cultivé abondamment dans presque toutes les provinces. Les environs de Nankin fournissent une variété à fils jaunes, qui a pris son nom de cette ville, mais qui se trouve aussi au Shantung. La Chine consomme tout son coton; elle importe même du coton brut de l'Inde, de Siam et de la Cochinchine, et ce ne fut que pendant la guerre d'Amérique qu'elle en exporta en Europe.

Le *lin*, ainsi que son nom chinois *hu mâ* l'indique, est une plante également importée; on la cultive pour ses graines, mais non pour ses fibres, qui sont avantageusement remplacées par celles du chanvre, de l'ortie de Chine *(Urtica nivea)*, du jute *(Corchorus capsularis)* et du *Sida tiliæfolia*.

Un jonc spécial à la Chine, sorte de *Leperonia*, sert à fabriquer à Canton d'immenses quantités de nattes unies ou colorées.

Le règne végétal fournit au peintre et au teinturier de nombreuses *couleurs* et *teintures*, dont quelques-unes ont une réputation si grande qu'on a fait en Europe des études spéciales sur les plantes qui les fournissent. Tel est entre autres le fameux *vert de Chine*, sorte de bleu-vert changeant, employé surtout dans la teinture des soies, et connu sous le nom de *lo-kao* (pâte verte). Un travail remarquable a été publié en France sur cette matière de grande valeur. On l'extrait par l'ébullition de l'écorce d'un petit arbuste appartenant à la famille des Rhamnées, qui croît dans les provinces du nord : c'est le *Rhamnus chlorophorus*, ou *Rhamnus utilis*. En Chine même, cette matière tinctoriale vaut 105 francs le kilogramme. L'extrait sec est employé en aquarelle.

Le bleu d'indigo est fourni par plusieurs plantes : au nord, c'est le *Polygonum tinctorium;* dans la Chine centrale, on le retire d'un *Justicia* et d'un *Ruellia (R. indigotica);* dans les provinces du sud, c'est le classique indigotier, *Indigofera tinctoria*, que l'on traite par la chaux pour en retirer la matière colorante. Tous les vêtements du peuple sont colorés avec cette teinture, qui sert aussi en aquarelle et dans la peinture à fresque.

Les fleurs de carthame donnent une belle couleur rouge. En les faisant macérer dans du vinaigre de prunes, on obtient le rose employé comme fard par les femmes. La racine d'orcanette, *Lithospermum erythrorrhyzon*, est

cultivée sur une grande échelle pour en tirer un principe rouge soluble dans les corps gras et qui est spécialement employé à colorer les bougies que l'on brûle dans les cérémonies. On sait, en effet, que le rouge est la couleur d'usage pour les fêtes et cérémonies religieuses autres que les funérailles. Dans le sud, c'est la racine d'une Rubiacée *(Rubia munjista)* qui donne le rouge employé pour teindre la soie.

La gomme-gutte, que nous connaissons tous, est importée de Siam et du Cambodge. Les fleurs et les fruits du *Sophora japonica* fournissent aussi une belle couleur jaune qui se transforme en vert par l'action de la chaux. On retire aussi un pigment jaune, très employé pour la teinture du bois, des fruits séchés d'une jolie petite gardenie sauvage *(Gardenia radicans)*. La racine de rhubarbe *(Rheum palmatum)*, et les fleurs ou plutôt les étamines du safran *(Crocus sativus)* importées du Thibet, sont aussi utilisées pour la teinture en jaune, qui est la couleur impériale. Dans la province de Canton, à Formose et dans l'île de Haïnan, on cultive le *Curcuma longa*, dont la racine, connue sous le nom de *turmeric*, contient un principe d'un jaune brillant, soluble dans l'alcool, et qui devient brun par l'action des alcalis auxquels il sert de réactif.

Le violet de tournesol est extrait des graines de cette plante *(Helianthus annuus)*, et sert au Shantung à la teinture de la soie, qu'on colore aussi en gris ou en noir avec les cupules du chêne chinois *(Quercus sinensis)* ou les galles de Chine traitées par le sulfate de fer.

En aquarelle comme en imprimerie, le noir est fourni par l'*encre de Chine*. Pour la fabriquer, on brûle, dans des fours spéciaux, des branches de pin résineux. L'épaisse fumée se condense sur les parois éloignées du four ou sur des planches fixées au-dessus de la cheminée. Autrefois on se servait d'huile de pétrole pour obtenir une qualité supérieure de noir. Aujourd'hui on brûle de la

graisse de porc ou des huiles communes pour les qualités inférieures. Le noir, soigneusement tamisé, est mélangé en parties égales avec de la colle faite d'eau de riz et de gélatine provenant de la coction de cornes de cerf, pour les encres de luxe ; pour l'encre ordinaire, on se sert le plus souvent de colle de peau ou de colle de poisson. De l'ambre, du musc et du camphre sont ajoutés au mélange, et donnent à l'encre ce parfum particulier, sorte de certificat d'origine. Le mélange ayant été fortement battu et malaxé, on le presse dans des moules en bois où il prend la forme voulue. On sèche ensuite les pains en les plaçant, préalablement enveloppés de papier fin, dans un mélange de cendres de bois et de chaux pulvérulente, ou plus simplement dans une étuve. Ils sont ensuite brossés, polis, dorés ou peints à la main, entièrement ou en partie. Les meilleures qualités sont en bâtons assez petits; ils doivent présenter un reflet brunâtre et posséder une assez grande densité ; la cassure doit être nette et brillante ; ils durcissent et prennent du prix en vieillissant. Huei-chow-fou, dans la province d'Anhwei, fournit les qualités les plus estimées ; viennent ensuite les environs de Nankin et de Foutcheou. Les bâtons d'encre portent souvent une perle enchâssée dans la pâte, et les quatre caractères suivants : *wu, pai, chin, yeou* (cinq cents livres d'huile), ce qui veut dire qu'on a brûlé cinq cents livres d'huile fine pour fabriquer une livre d'encre ; on paie, en Chine même, près d'une once d'argent (sept francs) la pièce pour les meilleurs.

Pour préparer l'encre, on triture le bâton, toujours dans le même sens, en ajoutant de l'eau de pluie goutte par goutte, sur la partie plane d'un encrier. Ces encriers chinois sont taillés dans une sorte de schiste noir ou brun à grain fin, dit pierre ollaire. Ils consistent en une partie plate qui s'incline légèrement vers une sorte d'auget ou réservoir dans lequel l'encre s'écoule, laissant derrière elle les impuretés ou le sédiment. Ces pierres appelées *yen tai* sont enfermées dans des boîtes en bois qui pro-

tègent l'encre liquide contre l'évaporation et la poussière.

Pour écrire, comme pour dessiner, on se sert de fins pinceaux en poils de blaireau, de martre, de loup ou de chat, enchâssés dans un manche en bambou ; les plus chers sont ceux en martre zibeline. On les tient verticalement et on ne se sert que de l'extrême pointe, que l'on protège, en temps ordinaire, au moyen d'un étui en bambou ou en métal. Les pinceaux neufs ont leurs poils fortement collés ensemble ; pour s'en servir, il faut décoller tout doucement et soigneusement la pointe seule, en l'humectant de salive jusqu'à la hauteur de 2 ou 3 millimètres. L'habilité des Chinois à manier le pinceau est telle qu'ils peuvent imiter la gravure avec cette pointe élastique, si fine qu'elle arrive à ne consister plus qu'en un ou deux poils. Avec un peu d'habitude, on finit par pouvoir s'en servir exactement comme d'une plume très fine, et on arrive à tracer sans fatigue l'écriture la plus déliée ; mais il faut pour cela avoir aussi peu de nerfs que les Chinois.

Quelquefois les couleurs servant à l'aquarelle sont moulées en pains comme l'encre de Chine, mais le plus souvent on les vend en poudre très fine ou déposée avec de la colle dans de petites tasses ou soucoupes, qui servent aussi pour l'or et l'argent, et remplacent avantageusement les coquilles de moules employées chez nous. Pour fixer le vermillon sur le papier, on le broie sur un encrier avec une racine mucilagineuse appartenant à une espèce de *Cymbidium*, qui sert de fixatif.

Pour peindre sur verre et sur porcelaine, on emploie l'huile d'une Labiée *(Perilla ocimoïdes)* en guise d'essence de térébenthine. La peinture sur bois se fait à la détrempe, quand il s'agit de colorer les poutres et les charpentes des temples ou des palais. Mais pour les meubles, on mélange la couleur à l'huile de bois *(tung-yeou)*, fournie par les

fruits d'un arbre de la famille des Euphorbiacées, le *Drygandra cordata*, aussi appelé *Elæococca vernicifera*.

La *laque* est une sorte d'huile-résine qui découle d'incisions faites au tronc de diverses espèces d'arbres de la famille des Anacardiacées, tels que *Rhus alata*, *R. succedanea*, *R. verniciflua*, *Augia sinensis*, *Stagmaria verniciflua*, etc. Cette laque est d'abord d'une couleur jaune, puis elle brunit à l'air. Pour fabriquer les objets en bois laqué, on broie des couleurs minérales dans ce vernis qu'on applique par couches successives. Chose remarquable et en quelque sorte paradoxale, il faut, pour sécher la laque, l'exposer dans un endroit humide, autrement elle reste perpétuellement visqueuse ; aussi choisit-on un jour pluvieux pour laquer les parquets ou les boiseries d'une maison. Ce produit est extrêmement toxique, et il amène toujours chez les ouvriers qui commencent à s'en servir une sorte d'éruption cutanée des plus pénibles. J'ai vu des Européens attaqués de ce mal pour avoir dormi une seule nuit dans une pièce où se trouvaient des boiseries récemment laquées.

Lorsqu'on veut laquer un objet, on commence par mélanger 5 cattis (1) de laque avec 10 cattis d'eau auxquels on ajoute 5 onces d'huile d'arachide, deux fiels de porc et quatre onces de vinaigre. Le tout forme un vernis noir, pâteux. L'objet à laquer est généralement fait en bois léger, bien sec et bien poli. On le recouvre d'abord d'une sorte d'enduit fait de fibres d'ortie de Chine *(Urtica nivea)*, puis de papier de Corée (d'écorce de *Broussonetia)* pour bien cacher les fentes. Par dessus on passe une couche de peinture faite avec du fiel de bœuf ou de porc et de la poudre fine de vieux grès rouge. Une fois que le bois est ainsi bien recouvert, on le place dans une chambre noire un peu humide, et là on applique une première cou-

(1) Le *catti* équivaut à 604 grammes.

che de laque, qui met à sécher de quinze jours à un mois. On polit alors à la pierre ponce, puis on applique la seconde couche, et ainsi de suite, le nombre des couches allant de trois, pour les articles les plus communs, jusqu'à quinze ou vingt, pour les articles de luxe.

Le vernissage fini, on passe l'objet au peintre chargé de le décorer. Celui-ci commence par tracer le dessin à reproduire au moyen d'un papier à décalquer, dans les nombreux trous duquel il fait pénétrer de la chaux en poudre ou du blanc de plomb. Il applique ensuite les couleurs, qui sont faites avec du vermillon et du carthame pour les rouges, de l'orpiment pour les jaunes ; on ajoute de l'indigo pour faire les verts. L'or s'applique mélangé à un mordant fait de potasse ; c'est simplement de la poudre d'or additionnée de colle de peau et d'un peu de camphre. Les Chinois préfèrent avant tout les laques noires avec dessins d'or ; les étrangers aiment surtout les laques brunes ou chocolat, ornées de fougères bien décalquées et dorées.

La ville de Foutchéou possède la spécialité des laques fines en couleur, et encore ces laques ne sont-elles fabriquées que par une seule famille dont les ancêtres auraient rapporté le secret du Japon.

Elle met en vente de fort jolis objets en bois sculpté et laqué de diverses couleurs : étagères, porte-cartes, boîtes de formes variées. Le plus charmant de ces objets consiste en un plateau fait d'une feuille de lotus, sur laquelle s'épanouit la fleur rose de cette jolie plante; le tout est porté sur un enchevêtrement de tiges et de boutons sculptés à jour dans le même morceau de bois.

Dans la ville de Hankow on fabrique des laques brunes sur bois, sur papier mâché et sur cuir; les dessins sont gravés en creux et colorés. A Canton on fait surtout des laques noires avec dessins dorés. Depuis quelques années, les étrangers y font fabriquer des tables à thé et des coffrets en laque brune, ornés de fougères en or admirablement

décalquées d'après des spécimens desséchés. Les laques vermillon et vertes, gravées ou sculptées en creux dans la pâte très épaisse du vernis, étaient autrefois la spécialité de Pékin ; on n'en fabrique plus aujourd'hui que de vulgaires imitations.

L'huile de bois, le *wood-oil* des Anglais, en chinois *toung-yeou*, très employée dans les arts pour vernir les fameux meubles de Ningpo, est fournie par les semences d'un arbre de la famille des Euphorbiacées, le *Dryandra cordifolia*, aussi appelé *Elæococca vernicifera*, que l'on trouve abondamment dans les provinces centrales et surtout au Houpeh. Cette huile est renommée pour ses propriétés siccatives, si accentuées qu'on la considère comme très supérieure à l'huile de lin cuite, même additionnée de litharge. Cette huile, réduite aux deux tiers par la cuisson, forme avec la chaux un excellent mastic très employé pour le calfatage des jonques et la réparation immédiate de leurs avaries ; elle prend en effet par la cuisson une consistance analogue à celle de la résine fondue. Comme elle est extrêmement vénéneuse, on s'en sert aussi pour peindre le fond des jonques, qu'elle défend efficacement contre les attaques des tarets, et dont elle empêche l'envahissement par les herbes et les mollusques.

On trouve sur les marchés deux variétés de l'huile de *Dryandra*, savoir l'huile blanche *(pé tong yeou)* et l'huile rouge. La première a été obtenue par la pression à froid. On la reconnaît de bonne qualité quand elle est visqueuse, épaisse, et qu'elle se concrète en 24 ou 48 heures en une sorte de suif très blanc, lorsqu'on l'expose au soleil dans une fiole de verre. L'huile rouge, appelée *houng tong yeou, houng yeou* ou *cieou yeou*, est extraite de semences préalablement grillées ; elle est la plus chère, et la plus estimée des Chinois. Ces huiles sont apportées de l'intérieur au port de Hankéou dans des baquets en bois léger. Il s'en exporte chaque année de cette ville pour près

de 25 millions de francs ; le prix moyen du picul, qui représente 60 kilogr. 463 grammes, est de 3 à 4 taëls, soit 18 à 24 francs.

On trouve en Chine, outre la *cire* des abeilles, une cire blanche particulière exsudée par les segments abdominaux du corps d'un insecte de la famille des Coccus et que l'on appelle *Coccus pèla* (du mot chinois *pèla*, cire blanche). Cette sorte de puceron, de la famille des Kermès, vit sur le *Fraxinus sinensis* et le *Ligustrum lucidum*. Ils se reproduisent spontanément sur le dernier, qui est à feuilles persistantes, ce qui permet à ces insectes d'y vivre toute l'année. Les Chinois prennent les femelles sur le *L. lucidum* et les transportent sur le frêne dès que celui-ci a ouvert ses boutons.

Le *chung-pèla*, mot-à-mot « cire blanche d'insecte », est déposé en juin par la femelle en une bague épaisse d'un centimètre autour des branches et sert de protection aux coques renfermant les œufs. C'est un cérotate de céryle ($C^{27}H^{53}O^{2}$, $C^{27}H^{55}$), fondant à 82° 5 centigrades et presque chimiquement pur. On purifie cette cire en la fondant dans l'eau bouillante et en la passant à travers un linge ou un tamis (1).

Le règne végétal fournit aussi une cire blanche, dite cire végétale. On l'obtient en faisant bouillir dans l'eau les fruits du *Rhus succedanea;* la cire surnage seule ; on la verse dans des moules où elle se congèle. C'est une huile concrète plutôt qu'une cire véritable, bien qu'elle contienne 14 p. c. de cette dernière matière. Elle est blanche, fond à 120° C., et contient de la céroléine, de la myricine et de l'acide cérotique.

Les fruits du *Stillingia (Excœcaria) sebifera,* arbre

(1) L'insecte a été minutieusement décrit pour la première fois par le savant P. Rathouis, S. J., dans *Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'Empire chinois,* etc., premier cahier, avec 12 planches, Shanghaï, 1880, p. 43.

chinois de la famille des Euphorbiacées, fournissent un suif végétal très employé dans les arts. Il sert surtout à fabriquer des chandelles, que l'on recouvre ensuite d'une couche de cire d'insectes qui est moins fusible. Ces chandelles sont les seules dont on puisse se servir dans les temples bouddhiques, où l'usage du suif animal n'est point permis. Le *wu-chiu-shu*, arbre à suif, croît en abondance aux environs de Kia-hing-fou, dans la province du Chekiang. Ses feuilles, infusées pendant quelques jours avec de la limaille de fer, fournissent, quand on y ajoute du sulfate de fer et de l'alun, une belle teinture noire. Le bois est employé pour faire des planches d'impression.

Voici comment on extrait le suif végétal des graines du Stillingia. Au mois de décembre, lorsque toutes les feuilles sont tombées, on brise les petites branches qui portent des fruits à leur extrémité ; on détache ces derniers en frappant les branchettes sur le bord d'un baquet. Les fruits sont alors légèrement battus, puis vannés pour débarrasser les graines des carpelles desséchées qui s'en séparent facilement. On place ces graines dans des tubes de bois dont le fond est percé de trous ; les tubes une fois remplis sont déposés dans des vases en fer pleins d'eau et encastrés dans un long fourneau de galère qu'on chauffe vigoureusement. Lorsque le suif a subi pendant quelques instants l'action de la vapeur, on pile légèrement les graines dans un mortier de pierre avec des maillets de bois. On verse ensuite le tout sur des tamis chauffés au travers desquels s'écoule le suif dépouillé de l'albumine des graines ; mais il est encore souillé par les débris bruns de l'endosperme. Pour l'en débarrasser, on le dépose encore chaud dans un cylindre fait d'anneaux de paille superposés, qu'on soumet, au moyen de coins, à une pression énergique dans une auge horizontale en bois solidement cerclée de fer. Le suif s'écoule alors complètement blanc dans des baquets de bois où il ne tarde pas à se solidifier. Pour empêcher l'adhérence, on saupoudre de terre rouge l'intérieur de ces

moules. Un picul de graines, 60 kilog., donne vingt à trente cattis (12 à 16 kilog.) de suif épuré, sans compter 15 ou 16 cattis d'huile *(ching yeou)* que l'on retire encore de l'albumine des graines par un procédé analogue (1). Un bon arbre peut fournir une récolte annuelle de 20 à 30 cattis de graines (quelques-uns en donnent jusqu'à cent), et porter des fruits pendant 80 ou 100 ans. Il existe à l'état sauvage dans la province, mais il est plus généralement propagé par semis. Il commence à produire vers la huitième année, et atteint toute sa croissance après douze ans; il mesure alors une vingtaine de pieds de hauteur.

Au centre de la province du Chekiang, le prix d'un picul de graines est d'environ 3 dollars. Le suif épuré, fondu en gâteaux d'un demi picul, se vend à raison de 8 à 13 dollars par picul. Le tourteau sert d'engrais. Presque tout le suif employé en Chine provient de cet arbre, que l'on trouve planté au bord des chemins et des canaux dans toute la province du Chekiang, aux îles Chusan et au Fokien. Il est également très abondant, à l'état sauvage, à Formose et au Kuangtung, mais on n'en extrait pas le suif, qui se vend déjà là 10 dollars par picul. Cet arbre a été naturalisé dans la partie maritime de la Caroline du Sud. Mais, en Amérique comme en Europe, le suif végétal du Stillingia est trop cher pour pouvoir soutenir la concurrence du suif animal de l'Uruguay et de Russie, ou même du suif végétal de Singapore et de Java fourni par une espèce de Garcinia *(G. mangostana)*, dont on se sert beaucoup en Angleterre pour fabriquer des bougies. Le suif végétal chinois fond à 40° centigrades et se compose principalement de tripalmitine. Il est intéressant d'ajouter que le Stillingia nourrit aussi un ver à soie sauvage qui fournit une soie appelée *cheng hiang kien,* du nom ancien de Kia yin chou, dans la préfecture de Huchow. Les cocons valent de 3 à 4 sapèques la pièce à Hong-Kong.

(1) Elle sert pour l'éclairage et est de qualité inférieure.

Parmi les autres huiles employées par les arts et l'industrie, nous citerons l'huile de thé, ainsi nommée à tort, car elle est fournie par les fruits du *Camellia oleifera* et du *C. sassanqua :* l'arbuste à thé souffre trop de la cueillette de ses feuilles pour donner des fruits en quantité suffisante pour en tirer de l'huile. Les arachides fournissent une huile excellente, ainsi que les graines de sésame et les pois du *Dolichos soja*. Les semences du ricin donnent une huile très appréciée pour les machines à vapeur des paquebots. L'olive n'existant pas en Chine, le fruit du *Canarium album* la remplace; les Chinois le mangent vert ou salé.

Les provinces du midi fournissent l'huile d'anis, qui coûte 240 à 260 francs les 60 kilogr., et est exportée en Europe, ainsi que l'huile de cannelle *(Cinnamomum cassia)* et l'huile de menthe. Cette dernière est distillée à Canton, et laisse déposer des cristaux de camphre de menthe (menthol) que l'on utilise en médecine, ainsi que l'huile de camphre qui vient de Formose.

Le règne végétal fournit aux Chinois la matière première de leurs éventails. Le bambou finement fendu sert à la monture des éventails pliants et à la fabrication du papier dont on les recouvre.

A Formose, on utilise la spathe de l'aréquier pour confectionner des éventails d'une seule pièce, que l'on orne de dessins indélébiles, couleur sépia, en promenant plus ou moins légèrement sur cette matière une pointe d'acier rougie au feu.

Les éventails en feuilles de palmier de Canton sont faits avec la feuille du *Chamærops excelsa* Thbg. et du *Ch. Fortunei*, depuis la dynastie des Tsin, 419-265 av. J.-C. Les feuilles destinées à fournir des éventails sont choisies parmi les plus fines ; on les fait tremper dans l'eau pendant une quinzaine de jours, puis on les sèche sur un feu de charbon de bois et on les frotte à la main pour les polir. On obtient ainsi une feuille d'un beau jaune paille

bien brillante. La bordure est faite avec un brin de rotin recouvert de soie. Le pétiole de la feuille sert de manche naturel ; à l'endroit où il se relie à la feuille, on l'orne d'une plaque de nacre ou d'écaille fixée au moyen d'un rivet en cuivre à tête gravée. Ces éventails sont à très bon marché et très prisés des Chinois, qui prétendent que le vent fourni par eux est plus sain que celui qu'on obtient des autres éventails. Ils sont souvent ornés de figures peintes à la gouache.

III. — RÈGNE ANIMAL.

Le règne animal est celui des trois règnes de la nature qui fournit le moins de matériaux aux arts proprement dits.

Nous avons déjà cité la colle de peau employée en peinture ; la meilleure vient de la province du Shantung, où la ville de Tung-o-hsien a la spécialité de la colle forte faite avec la peau d'âne noir. Cette colle est encore employée en médecine en guise de fortifiant.

Les ébénistes se servent plus souvent de colle de poisson, fournie par les entrailles de plusieurs variétés de poissons de mer ou de rivière ; la meilleure est faite avec les entrailles et vessies natatoires de l'esturgeon *(Acipenser Dabryanus*, etc.), dont on trouve plusieurs grandes espèces dans le Yang-tze-Kiang.

Les plumes de deux ou trois variétés de martins-pêcheurs *(Halcyon pileatus*, *Alcedo hispida* et *A. Bengalensis)* sont employées en bijouterie. Après les avoir collées sur un papier fin et résistant, on les découpe en petits morceaux que l'on applique, en place d'émail, sur les bijoux d'or et d'argent. Les couleurs changeant du vert au bleu clair ou foncé donnent à ces bijoux le chatoiement de la pierre du Labrador. Les plumes du martin-pêcheur sont encore em-

ployées, mélangées à la broderie, dans la décoration des paravents et de certains écrans sur gaze, plus meublants que pratiques.

Au nord, on se sert des plumes de l'aigle de Mongolie pour faire des éventails estimés à une haute valeur, bien qu'ils ne soient guère artistiques. J'ai vu de ces éventails valant plus de 7 ou 800 francs. Les plumes du paon, du cygne, de l'argus *(Phasianus argus)* fournissent aussi la matière première employée à Canton pour la confection d'éventails beaucoup plus jolis et plus gracieux.

L'ivoire et la corne de rhinocéros sont importés de l'Inde et de la Malaisie. L'ivoire est sculpté, fouillé et ciselé en mille objets d'art par les habiles ouvriers de Canton. Ce sont eux qui taillent dans un seul morceau de cette matière ces merveilles de patience, consistant en une vingtaine de sphères creuses ajourées, roulant librement les unes dans les autres, ou bien ces gourdes qui en s'ouvrant laissent échapper une longue et fine chaîne, le tout d'une seule pièce.

La corne de rhinocéros est toujours façonnée en coupes élégamment sculptées et d'une grande valeur, parce qu'on leur attribue la mystérieuse propriété d'annuler les effets de toute boisson empoisonnée qui y aurait été versée.

La tête d'un curieux oiseau de Malaisie sert aussi de matière première aux bijoutiers de Canton. En effet, la base du bec et la partie frontale du crâne de cet oiseau *(Buceros galeatus* Gm.*)* sont formées d'une sorte de corne jaune et épaisse, à demi translucide, qui ressemble fort à de l'ambre, mais est beaucoup plus solide, ayant la dureté et la densité de l'ivoire.

Enfin les cornes de buffle et de bœuf, ainsi que les os, servent à confectionner mille petits objets de bimbeloterie, et spécialement les petites boîtes à conserver l'opium préparé pour les fumeurs.

L'écaille de tortue est employée pour les bijoux, la

monture des lunettes, les manches d'éventail, etc., etc. Fondue en couches épaisses, on en fait aussi des coffrets et des boîtes à cartes de visite profondément ciselées.

La fameuse peau de requin de Chine, autrement dit le galuchat, sert à recouvrir des étuis à lunettes ou à bâtonnets, des gaînes d'éventail, des fourreaux de sabre ou de poignard. Contrairement à ce que l'on croit généralement, elle n'est pas fournie par le requin, mais bien par un poisson curieux de la mer des Indes, une sorte de raie, l'*Hypolophus sephen*. C'est la partie dorsale qui fournit le galuchat; on la teint en gris ou en vert, puis on l'use et on la polit pour obtenir cette sorte de fine mosaïque d'ivoire qui était si à la mode il y a quelques années.

La maroquinerie se réduit à quelques articles, généralement en cuir de Russie importé de la Sibérie. Ce sont le plus souvent des porte-cartes, sortes de grands portefeuilles en cuir rouge ou vert, ornés de dessins imprimés en or ou en argent. Le vélin n'est pas connu en Chine ; les livres y sont toujours reliés en carton et sans dos. Pour les conserver, on les enveloppe d'une sorte de couverture pliante en carton, recouverte d'étoffe, ou plus simplement on les place entre deux planchettes de bois de même dimension et attachées avec des cordons.

Le produit animal le plus riche et le plus universellement employé est sans contredit la *soie*, que les Chinois connaissent depuis une haute antiquité : s'il faut en croire la tradition populaire, rapportée dans leurs annales, ce fut en 2602 avant J.-C. que l'épouse de l'empereur *Hoang-ti* découvrit le moyen de dévider les cocons et d'en utiliser le fil. Mais, d'après d'autres livres chinois dignes de foi, ce ne fut qu'en 780 avant J.-C. que l'on commença à cultiver le mûrier et à élever des vers à soie *(Sericaria mori)*. La sériculture a toujours joui des faveurs du gouvernement à titre d'industrie nationale. Dans le voisinage de Chinkiang, où presque tous les mûriers furent détruits

pendant l'occupation du pays par les rebelles Taïpings en 1860, le gouvernement local fit distribuer gratuitement aux habitants des pieds de mûrier venus de Houchow, pays fameux pour l'excellence de ses soies. Des hommes habiles dans cette industrie furent aussi appelés pour apprendre de nouveau aux gens du pays un art qu'ils avaient oublié. La production de la soie en Chine est telle que tout Chinois peut s'en vêtir, à moins qu'il ne soit réduit à une extrême misère. Les provinces qui fournissent le plus de soie sont le Kiangsou, l'Anhwei, le Chekiang et le Kuangtung. Les soieries des premières provinces sont de beaucoup supérieures à celles du Kuangtung. Le Shantung fournit en abondance la soie écrue du chêne, dite *pongée,* produite par un ver à demi sauvage et très rustique (celui de l'*Attacus Pernyi).* On trouve aussi cette soie dans les provinces du nord, le Tchili et le Shingking, ainsi qu'au Yunnan à l'extrême sud et au Kweichow.

L'ailante *(Ailanthus glandulosa)* nourrit un ver à soie sauvage *(Attacus cynthia)*, dont le cocon fournit une soie grise fort solide employée surtout dans les provinces du nord pour la confection des vêtements du peuple. Comme la soie du chêne, elle se lave aussi bien que le coton, ce qui est un grand avantage pour les pauvres.

Quelque belles que soient les productions des célèbres fabriques de Soutchéou et de Nankin, nos soieries de Lyon les dépassent aujourd'hui de beaucoup, tant pour l'excellence du filé que pour la beauté du dessin et la richesse des couleurs. Seules les anciennes teintures chinoises l'emportent sur les nôtres ; malheureusement la Chine est maintenant envahie, inondée même, par les couleur d'aniline que l'Allemagne fabrique à si bon marché. Il nous faut désormais dire adieu à ces magnifiques couleurs si durables fournies par les plantes du pays, à ces nuances si charmantes et si douces que les Chinois désignent par des noms étranges et poétiques, tels que les suivants : couleur de miel, vert crabe, vert pousses de lotus, lune

fleur de pêcher, rose de beauté, neige rosée, blanc ventre de cyprin. Ces couleurs faisaient le bonheur des yeux, et comme elles se conservaient fort bien, on pouvait leur appliquer le proverbe anglais « a thing of beauty is a joy for ever ».

Le monde des insectes fournit à la bijouterie un certain nombre de spécimens curieux et brillants que l'on monte généralement en broches ou en boucles d'oreilles: ce sont la cétoine verte et le charançon vert que l'on emploie à cet usage. Les griffes de tigre sont, comme dans l'Inde, montées en bijoux, quand elles ne servent pas en médecine; car on leur attribue des vertus merveilleuses tant comme amulettes que comme remèdes.

La pintadine mère-perle *(Meleagrina margaritifera)*, que l'on pêchait autrefois pour ses perles dans les mers du sud de la Chine, sur les côtes de la province de Canton, n'y est plus exploitée. Cette industrie qui, d'après les livres chinois, était très florissante et s'exerçait sous la direction d'un inspecteur des perles nommé par le vice-roi de Canton, est aujourd'hui complètement disparue; elle est remplacée par l'industrie des perles de rivière. Ces perles, fournies par des coquilles du genre Unio, sont connues depuis une haute antiquité. Marco Polo rapporte que de son temps on trouvait dans un lac de la province de Caindu (Yunnan) une grande abondance de perles, dont la pêche était interdite par le grand Khan de crainte que l'exploitation n'en fît baisser le prix. Amyot dit que l'on trouve des perles dans une rivière du Yunnan. Du Halde et Martini mentionnent aussi les perles comme une production de cette province et de celle de Canton. La rivière qui passe dans cette ville porte aussi le nom significatif de *Chu-Kiang* (rivière des perles).

Dans un temple des environs de la ville de Hang-chou, au Chekiang, on trouve de belles coquilles de *Dipsas pli-*

catus, grande moule d'eau douce, remplie de petites images de Bouddha, de poissons et de perles faisant corps avec la coquille. Voici comment on procède pour obtenir ces curiosités. On fond dans un moule de bois des figurines d'étain épaisses d'environ un millimètre ; vers le mois de mai ou de juin, on ouvre délicatement les coquilles avec une spatule en nacre ; une sonde en fer sert ensuite à séparer une partie du manteau du mollusque de la surface de la coquille, sur laquelle on dépose les reliefs en étain au moyen d'une pince en bambou. Lorsqu'on a ainsi déposé 9 à 12 de ces objets en lignes parallèles, on répète l'opération sur l'autre valve, puis on place les coquilles dans l'eau d'un réservoir ou dans un canal d'un à deux pieds de profondeur, à 10 ou 12 centimètres les unes des autres. Au bout de quelques jours, l'irritation locale produite par ces corps étrangers amène une sécrétion de matière nacrée qui les fixe à la coquille, en les recouvrant d'une couche d'autant plus épaisse qu'on les y laisse plus longtemps. Les animaux sont nourris au moyen de matières fécales que l'on verse dans le réservoir cinq ou six fois pendant l'été. En novembre, on ramasse les coquilles à la main et on en arrache l'animal. Une paire de ces coquilles chargées de petites figures de Bouddha vaut près d'un dollar sur le marché de Ningpo.

Cette industrie ne produit à proprement parler que des curiosités ; mais dans les villages des environs de Theching, ville de second ordre du nord de la province de Chekiang, on fabrique par ce procédé une grande quantité de perles à bon marché, ayant tout le lustre et l'apparence des perles véritables.

Au mois de mai ou de juin, on y apporte du lac Ta-hou de grandes quantités de grosses coquilles de Dipsas, que l'on replace pendant quelques jours dans leur élément, disposées dans des cages de bambou, afin de leur permettre de reprendre l'énergie perdue pendant le voyage. Pendant ce temps, on prépare au moyen de boue séchée, puis soi-

gneusement réduite en poudre et mélangée avec du jus de baies de camphrier, de petites matrices grosses comme les grains de plomb de chasse, que l'on fait ensuite sécher au soleil. On fait aussi des matrices avec de petits morceaux de nacre de perle ayant un assez bel orient et qui viennent de Canton. Ces morceaux irréguliers sont roulés dans un mortier de fer avec du sable jusqu'à ce qu'ils soient devenus à peu près sphériques et polis. Au mois de juin, ces moules sont introduits dans les coquilles, sur la surface même de ces dernières ou entre les plis du manteau. On replace alors les coquilles dans les canaux, en quantité variant de 5000 à 50 000, et on les repêche en novembre pour en extraire les perles. Les livres chinois racontent que cette manière de produire les perles fut découverte, vers la fin du XIVe siècle, par un habitant du pays nommé *Yu-Sun-Kung*, auquel, par reconnaissance, on a élevé un temple dans lequel on rend à son image les honneurs divins. Quand les perles n'adhèrent pas à la coquille, elles sont parfaites et n'exigent aucune autre manipulation. Dans le cas contraire, on en extrait la boue, on y coule de la cire ou de la résine et l'on referme le trou au moyen d'un fragment de nacre habilement taillé. Ces perles sont fort communes sur tous les marchés et à la portée des plus faibles bourses. On vend quelquefois des coquilles ayant des rangées de 20 à 25 perles encore adhérentes à la surface. On prétend que 5000 familles vivent de cette industrie dans deux villages du Chekiang.

Dans le sud de la Chine, une coquille plane et translucide qui vient de la Malaisie, le *Placuna placenta*, remplace les vitres dans les maisons.

Il nous resterait à parler de la laine : elle n'est employée par les Chinois que pour faire des feutres ou des tapis, et n'est jamais tissée en étoffe proprement dite. On se sert de la laine du mouton et de celle du chameau. Les vêtements de laine sont avantageusement remplacés par

des vêtements de soie et par des fourrures nombreuses, depuis la peau de mouton et la peau de chien, qu'on élève dans la province du Shinking pour sa fourrure, jusqu'à la coûteuse dépouille de la martre zibeline et du renard blanc ou bleu. Mais la description de ces nombreuses fourrures nous entraînerait trop loin dans le domaine de l'histoire naturelle.

A. A. Fauvel,
ancien fonctionnaire
des douanes impériales chinoises.

LES

INSCRIPTIONS DE TELL EL-AMARNA

De nouveaux renseignements, communiqués trop tard pour qu'il m'ait été possible de les utiliser dans un premier article (1) sur les inscriptions de Tell el-Amarna, m'engagent à revenir sur cet important sujet (2).

Il nous a été assez agréable de retrouver plusieurs de

(1) Voir la livraison de janvier, pp. 143-181.

(2) Voir : C. Lehmann, *Aus dem Funde von Tell-el-Amarna*, dans la Zeitschrift für Assyriologie (revue trimestrielle), cahier de novembre 1888. — Cette livraison, qui renferme des correspondances datées du Caire le 23 novembre, et de Londres le 1er décembre, a été distribuée dans la seconde quinzaine de janvier. *Novembre 1888* est une date de convention. C'est ainsi que nous recevons le cahier d'avril 1889 au moment même où nous corrigeons l'épreuve de cette note. L'observation a pour unique but de prévenir des critiques du genre de celles dont nous avons été l'objet à propos de la publication dont le titre suit. Nous n'avons pas la moindre envie de blâmer une revue qui nous rend les plus grands services.

H. Winckler, *Bericht über die Thontafeln von Tell-el-Amarna im Königlichen Museum zu Berlin und im Museum von Bulaq*, extrait des Sitzungsberichte de l'Académie de Berlin, 1888, numéro LI, publié le 20 décembre 1888.

H. Winckler, *Der Thontafelfund von Tell-el-Amarna*, dans la Berliner philologische Wochenschrift, nos du 4 et du 11 mai 1889.

H. Winckler, *Verzeichniss der aus dem Funde von el-Amarna* (sic) *herrührenden Thontafeln*, extrait de la Zeitschrift für Aegyptische Sprache und Alterthumskunde, mai 1889.

nos interprétations et de nos idées dans les dernières notices publiées par M. Winckler, dans celles qu'il a données en mai 1889. Cet assyriologue (1) interprète comme nous la lettre de Burraburiyas, roi de Babylonie, dont le texte a été publié par M. Budge. Dans la lettre de Tusratta, roi de Mitani, publiée par le même, il voit avec nous, dans les deux personnages nommés Gilia et Mani, de simples envoyés, et non, comme M. Budge, des petits-fils des rois d'Égypte et de Mitani, point capital pour l'interprétation du document (2). Il exprime aussi cette idée que les échanges de présents entre les rois asiatiques d'une part, et les Pharaons de l'autre, sont un commerce déguisé sous des formes courtoises (3). Après nous encore, il découvre dans les textes de Tell el-Amarna le fait intéressant de matières premières envoyées d'un royaume dans un autre, pour en revenir sous forme d'objets travaillés (4).

M. Winckler ne nous cite pour rien de tout cela, mais en revanche il se montre passablement susceptible en ce qui concerne ses propres publications. Il nous reproche de n'avoir pas employé, dans notre notice sur la *Trouvaille de Tell el-Amarna*, un rapport publié par lui dans les Bulletins de l'Académie de Berlin, et qui a paru le 20 décembre 1888, peut-être plus tard (5). Il n'a pas compris qu'il était difficile d'utiliser cette publication dans un article paraissant à Bruxelles un mois après, au milieu d'une livraison de 350 pages (6).

(1) *Verzeichniss*, p. 3, n. 6.

(2) *Ibid*, p. 9, n. 24. — Le groupe de signes exprimant le mot *messager* a été mal rendu par M. Budge. M. Winckler s'en est assuré par la comparaison de passages parallèles dans les lettres du roi de Mitani déposées à Berlin.

(3) Berlin. Phil. Wochenschr., 4 mai 1889, col. 580.

(4) *Ibid.*

(5) La livraison des Sitzungsberichte, de l'Académie de Berlin, porte à la dernière page : *Ausgegeben am 20 December*, ce qui en pratique signifie seulement : achevé d'imprimer.

(6) Pour ce travail, au dire de mon critique, j'aurais consulté un seul article original, celui de M. Budge, dans les Proceedings de la Société d'archéologie biblique de Londres. Cependant j'ai aussi mis à contribution le rapport de MM. Erman et Schrader, composé avec la collaboration de MM. Lehmann

Si M. Winckler ne nous cite pas là où nos résultats ont au moins le mérite de coïncider avec les siens et de leur être antérieurs, on voit déjà qu'il nous nomme volontiers quand il croit pouvoir nous blâmer. Il nous tient rigueur sur les moindres manquements. Ainsi je devais comprendre que le mémoire de M. Budge sur les documents qui nous occupent avait été provoqué (?) par une communication de M. Erman à l'Académie de Berlin, et me montrer bien renseigné en tout point sur la manière dont la Prusse a acquis sa part des inscriptions de Tell el-Amarna (1). Je vois avec plus de surprise encore M. Winckler mettre à mon compte une opinion de M. Sayce, que j'ai simplement exposée sans m'en porter garant, et qui ne pouvait se contrôler qu'au musée de Boulaq (2).

J'ai pourtant lu avec un vif intérêt les récentes communications de M. Winckler, où je trouve aussi la confirmation de plusieurs doutes exprimés dans mon précédent article. Il en est de même de l'article de M. Lehmann.

Ainsi M. Schrader ne m'avait pas convaincu lorsqu'il affirmait, au nom de ses deux disciples, que dans certaines catégories des textes assyriens de Tell el-Amarna, les signes cunéiformes se présentaient souvent avec des valeurs phonétiques inusitées à Ninive et à Babylone; que l'emploi des signes du pluriel et du duel y dérogeait, parfois d'une manière étrange, aux règles suivies dans les textes antérieurement connus (3). J'avais exprimé le vœu

et Winckler, publié par l'Académie de Berlin, et regardé par moi, pour tant de raisons, comme original. Si je n'ai consulté qu'un seul article original sur le sujet traité, c'est qu'il n'en existait point d'autre quand j'ai rédigé mon travail.

(1) Je crois avoir commis une seule erreur. J'ai fait citoyen de Hambourg, au lieu de Berlin, un homme qui a joué un rôle très honorable dans cette histoire. Au lieu de me gronder pour si peu, n'était-il pas plus juste de signaler l'auteur d'une notice anglaise, qui adjuge à Vienne le trésor acquis par Berlin ?

(2) Il s'agit de l'authenticité des inscriptions de Nabuchodonosor au musée de Boulaq.

(3) *Der Thontafelfund von Tell Armara* (sic), par Ad. Erman, avec des obser-

bien légitime que les savants berlinois justifiassent leurs affirmations par quelques passages de leurs originaux. M. Winckler assure qu'il a répondu par anticipation à mes exigences dans le mémoire publié le 20 décembre 1888. Cependant j'y cherche en vain la solution de mes doutes. J'y trouve un texte babylonien, qui n'est pas en cause, ensuite un texte qui serait rédigé dans un idiome différent de l'assyro-babylonien, enfin un texte du roi d'Alasiya, rentrant dans une des catégories visées, et offrant avec assez d'évidence la valeur extraordinaire *ma* pour le signe qui le plus souvent se lit *pi;* mais cette valeur *ma* se retrouve à Ninive (1). Du reste rien ne révèle des usages particuliers dans l'emploi des signes du duel et du pluriel.

Il ne sera plus question, croyons-nous, de ces particularités graphiques. Déjà M. Lehmann, dans l'article noté plus haut, s'abstient d'en parler, bien qu'il traite de l'écriture de nos tablettes. Il serait néanmoins à souhaiter qu'on justifiât cet éloge décerné par un maître bienveillant devant l'Académie de Berlin : « C'est le mérite de deux jeunes assyriologues occupés au Musée, de s'être appliqués *avec succès* à mettre en relief les idiomes graphiques de ces inscriptions ». Comment se fait-il que M. Schrader, qui a sans doute accès au musée de Berlin et qui comprend si bien l'importance des nouvelles tablettes, n'ait pas vérifié la découverte sur les originaux?

Je reviens sur deux autres assertions combattues de même précédemment. Presque toutes les tablettes de Tell el-Amarna sont des lettres adressées à deux souverains d'Égypte et à des fonctionnaires égyptiens, soit par des rois asiatiques (les rois de Babylone, Ninive, Mitani, Alasiya), soit par des officiers au service des Pharaons en Syrie et en Palestine. On en a conclu que la langue assyrienne

vations de M. Schrader, dans les SITZUNGSBERICHTE de l'Acad. de Berlin, 3 mai 1888.

(1) Voir Brunnow, *List*, 7964.

avait été adoptée comme langue diplomatique par tous les États de l'Asie occidentale, y compris l'Égypte ; qu'en Égypte l'usage de la langue et de l'écriture assyriennes s'était répandu au point que des Égyptiens de naissance écrivaient à leur propre roi ou à ses ministres en assyrien.

Nous avons demandé des témoignages positifs qui forçassent à admettre que l'assyrien était employé par les Égyptiens entre eux, et que l'assyrien n'était pas la langue naturelle des princes de Mitani et pays voisins, qui s'en servaient dans leur correspondance avec le roi d'Égypte. M. Wincker nous répond qu'il faut reconnaître les faits, bien que le premier surtout paraisse très énigmatique (1). D'après M. Lehmann, qui se rend bien compte des difficultés de l'écriture cunéiforme, on se l'expliquera en supposant dans les pays dont il s'agit l'emploi en masse de scribes babyloniens, comme professeurs, interprètes et fonctionnaires (2). Ainsi l'Égypte, par amour pour l'assyrien, voulait être administrée par des fonctionnaires qu'elle ne comprenait pas, et de petites principautés prenaient à leur solde des troupes d'employés babyloniens, pour le service des relations extérieures. Mais l'Égypte, le plus riche et le plus puissant de ces États, semble médiocrement fournie de ces auxiliaires. Le roi de Mitani du moins en paraît convaincu. Avec une lettre assyrienne adressée au roi d'Égypte, il fait partir un drogman chargé de la traduire. Le roi de Mitani croyait donc l'assyrien peu connu en Égypte. D'après les savants berlinois au contraire, l'assyrien jouait chez les Pharaons un rôle encore plus important que le français à la cour du grand Frédéric. Je m'en rapporte de préférence au roi de Mitani.

J'ai admis néanmoins que les relations internationales se développant, l'Égypte dut avoir des interprètes et des scribes, soit indigènes, soit étrangers, pour l'assyrien. C'est donc sans raison qu'on m'oppose une lettre assy-

(1) Berliner Philol. Wochensch., 4 mai 1889, col. 580.
(2) Zeitschrift für Assyriologie, 1888, p. 390.

rienne adressée par le roi d'Égypte à des officiers de Syrie, que je regarde comme des alliés de langue assyrienne, chargés de la surveillance de la Palestine et de la Syrie. Deux de ces officiers, au dire de M. Winckler, sont de nationalité égyptienne, et ce seul fait répondrait à toutes mes objections. Mais les deux fonctionnaires Dudu et Khai ne figurent point parmi les signataires des lettres assyriennes ; ils reçoivent de ces correspondances, chose qui s'accorde parfaitement avec mes vues (1). Du reste ils auraient pu écrire en assyrien à des gens de langue assyrienne, en recourant au besoin à un interprète, comme le faisait sans doute le roi d'Égypte. Khai, dont un document cité plus bas rappelle une ambassade en Babylonie, pouvait même savoir l'assyrien. Mais, encore une fois, nos conclusions n'en souffrent point.

Dans une lettre adressée au roi d'Égypte, on remarque les mots suivants : *Le roi de Mitsri* (Égypte), *Manakhbia, mon père, a établi mon frère roi de Nukhassi* (2). Le signataire porte un nom assyrien du type le plus pur : il s'appelle Ramannirar. M. Winckler en fait un fils du roi d'Égypte, un fils au sens propre ; son nom lui viendrait de ce qu'il était issu d'une princesse asiatique, ce dont il ne signale pas la moindre trace dans les monuments qu'il a sous la main. Chose singulière, le frère de Ramannirar ne semble pas être le fils du roi d'Égypte. Il faudrait ajouter, pour compléter l'explication, que la mère s'était mariée deux fois. Du reste les Pharaons n'avaient pas, que je sache, l'habitude de fonder des principautés pour leurs fils en dehors de la vallée du Nil. Ramannirar, jeune prince, a pu appeler *père* un roi d'Égypte simplement protecteur de sa famille, comme les rois qui traitent avec les Pharaons sur le pied d'une égalité apparente le nomment *mon*

(1) M. Winckler, dans sa liste des tablettes de Tell el-Amarna, qui s'étend aux collections de Berlin, de Londres, de Boulaq, et à celle de M. Bouriant, ne signale aucune lettre écrite par Dudu ou Khai.

(2) Winckler, *Verzeichniss*, p. 11, n. 33.

frère, sans que ces mots impliquent des relations de parenté. Il serait d'ailleurs plus naturel, en cas de parenté, de considérer Ramannirar, vu son nom, comme un chef asiatique issu d'une princesse royale d'Égypte que comme un prince égyptien. — Observons encore que le texte, cité d'après M. Winckler, offre une lacune ainsi qu'un mot douteux, que ce savant supplée par conjecture. *Manakhbia mon père* pourrait donc fort bien ne pas désigner un roi d'Égypte.

Il est vrai, je le sais, que le signataire d'une autre lettre au roi d'Égypte le nomme *mon père*, et se désigne par les mots *ton fils* (1). Mais le sens de l'expression dépend du contexte, qu'on ne peut consulter qu'à Berlin, où nous n'aurons pas la bonne fortune d'aller de sitôt.

M. Winckler a trouvé, parmi les tablettes de Tell el-Amarna, deux lettres qu'il déclare écrites dans des dialectes particuliers, différents de l'assyrien. L'une d'elles, appartenant au musée de Boulaq, émane d'un roi d'Artsapi (peut-être Retsapha, sur la rive droite et à cinq ou six lieues de l'Euphrate, au nord de Palmyre) ; l'autre, au musée de Berlin, semble provenir de Mitani (2). La découverte a son importance. S'il se rencontre dans les tablettes de Tell el-Amarna trois langues, non trois systèmes graphiques exprimant le même idiome, la thèse de l'assyrien organe diplomatique de l'ancien monde oriental se soutiendra difficilement, et je m'étonne que M. Winckler, convaincu de l'existence des trois idiomes, n'y ait pas déjà renoncé. Mais je ne veux pas pour le moment me servir contre M. Winckler des armes qu'il me fournit, car déjà il trouve des analogies entre la langue d'Artsapi et ce qu'on appelle le proto-babylonien ou accadien, sur la nature duquel on est plus partagé que jamais, les uns regardant l'accadien

(1) *Ibid.*, p. 12, n. 34.

(2) La tablette d'Artsapi a été publiée dans le texte original par M. Winckler à la suite de son rapport à l'Académie de Berlin. — Il a donné un fragment de la seconde pièce, transcrit en caractères latins, *Verzeichniss*, p. 21.

comme une langue différente de l'assyrien, les autres comme de l'assyrien exprimé dans un système graphique spécial. Les analogies semblent réelles, et la langue d'Artsapi devient par le fait aussi énigmatique que l'accadien. Il en est de même du prétendu mitanien, car dans la lettre rédigée en cette langue, il se trouve pour le moins un mot assyrien (1), comme dans la lettre d'Artsapi. L'existence des trois langues ne paraît donc pas prouvée, et je ne veux rien édifier sur une pareille base.

Abstraction faite des autres considérations, l'hypothèse de l'assyrien langue diplomatique perd encore de sa vraisemblance par le fait que les Égyptiens se trouvaient être la nation dominante, et qu'ils écrivaient sur des papyrus flexibles, infiniment plus commodes et plus présentables que les tablettes en terre cuite ou en terre crue des Assyriens. On aurait pu, j'en conviens, tracer les caractères cunéiformes sur le papyrus, mais les tablettes de Tell el-Amarna prouvent précisément qu'on n'y a pas songé.

M. Winckler nous reproche avec raison (2) d'avoir mal traduit un passage de la lettre du roi d'Alasiya. Nous l'avons ainsi rendu :

« Ne te range pas du côté du roi de Khatti et du roi de Shankhar (3). Tous les présents *que tu me feras parvenir,* je te les rendrai au double. »

Mais notre critique propose la version beaucoup plus vicieuse que voici :

« Ne te range pas du côté du roi de Khatti et du roi de

(1) Le mot *pazadu*, qui se rencontre dans plusieurs lettres assyriennes.

(2) Berl. Phil. Wochenschrift, 11 mai 1889, col. 603.

(3) J'ai rapproché *Shankhar* de *Shinéar*, un des noms de la Babylonie dans la Bible. M. Winkler (*Verzeichniss*, p. 7) reconnaît qu'au point de vue phonétique, rien ne s'oppose à l'identification. Il la rejette toutefois, parce que dans les documents de Tell el-Amarna, la Babylonie se nomme *Karduniyas*. — La raison alléguée par notre critique ne semble pas concluante. De ce que Burraburiyas de Babylone prend toujours le titre de *roi de Karduniyas*, s'ensuit-il que le roi d'Alasiya n'a pas pu désigner la Babylonie sous un autre nom ?

Shankhar ; tous les présents qu'ils m'ont envoyés, je te les ai envoyés à mon tour au double. »

Si cette traduction est juste, le roi d'Égypte, moyennant un accord secret avec les rois de Khatti et de Sankhar, pouvait ruiner en peu de temps le roi d'Alasiya, qui passe néanmoins pour un habile homme aux yeux de M. Winckler (1).

Le vice de ma version provient de ce que j'ai supposé une faute dans le texte de M. Budge. J'ai cru qu'il fallait lire *tushibilu, tu feras parvenir*, au lieu de *ushibilu, ils feront, on fera parvenir*. Le passage signifie :

« Tout ce qu'on me fera parvenir (de chez toi, de chez les tiens), je te le rendrai au double. »

Le sens auquel je m'arrête trouve sa confirmation dans les lettres de Burraburiyas au roi d'Égypte. Il dit :

« Ce que mon frère désire, que mon frère le fasse savoir, et ils (mes sujets) le prendront de leurs maisons (c'est-à-dire de chez eux) (2). »

Et encore :

« Ce que tu désires dans mon pays, mande-le, et ils le prendront (on le prendra) pour toi, et ce que je désire dans ton pays, je le manderai et ils le prendront (on le prendra) pour moi (3). »

Le rapprochement des trois passages montre bien que les échanges constituent un vrai commerce. On voit aussi que les rois y associaient leurs sujets, comme nous l'avons déjà fait observer dans le travail publié en janvier.

(1) On suppose trop de raffinement chez ces anciens rois. Autre exemple : si Burraburiyas, roi de Babylone, écrit à Aménophis IV qu'il a résisté à l'invitation d'entrer dans un complot tramé contre l'Égypte, et qu'en même temps il demande la récompense de sa conduite, M. Winckler (Berlin. Phil. Woch., 4 mai 1889, col. 580) voit là une intrigue comme la diplomatie moderne en offre à peine l'exemple ! En réalité, on n'y découvre qu'un oriental demandant un bakhchîch, conformément à une coutume dont nos tablettes démontrent l'antiquité.

(2) Winckler, *Bericht*, etc. pl. V. Cf. Lehmann, *Zeits. für Assyr.*, 1888, pp. 396, 397.

(3) Winckler, *Bericht*, p. 1342/2, où le passage est transcrit en caractères latins et traduit.

Assur-uballit, roi d'Assyrie, qui figure parmi les correspondants d'Aménophis IV, lui fait les mêmes propositions (1). Il rappelle que son père, et le roi de Khanirabbat (sur la droite de l'Euphrate, aux frontières d'Arménie), pour avoir envoyé au roi d'Égypte, soit des présents, soit une ambassade, reçurent l'un et l'autre vingt talents d'or (2). Il donne à entendre qu'on ne doit pas se montrer moins généreux envers lui. Ainsi les rois de Ninive, destinés à porter un jour leurs armes victorieuses dans la vallée du Nil et à piller les trésors de Memphis, se montrent alors les humbles clients des Pharaons. Il devient de plus en plus évident que les rois d'Égypte, par le prestige de l'or qu'ils possèdent en abondance, font sentir leur domination jusqu'au delà du Tigre.

Voilà des choses que révèlent les tablettes de Tell el-Amarna dans le peu que nous en connaissons. Il faut se contenter de ce qu'elles disent et se garder d'en forcer la note (3).

La dernière publication de M. Winckler (4) donne une idée plus précise de l'étendue de ces documents. Le musée de Berlin, sans parler d'un grand nombre de débris insi-

(1) Voir le texte, en transcription latine, avec traduction, Winckler, *Bericht*, pp. 1344/4, 1345/5.

(2) La lettre d'Assur-uballit figure parmi les tablettes du musée de Boulaq.

(3) M. Winckler n'est pas heureux dans l'application des données assyriennes. Il nous dit (*Bericht*, p. 1356/16) que le pays situé entre le Balich et l'Euphrate a été assyrianisé, *assyriasirt*, sous Salmanasar Ier, vers l'an 1300. L'assertion repose uniquement sur ce qu'à la fin du douzième siècle avant notre ère, sous Teglatphalasar Ier, plusieurs des localités de ces parages avaient deux noms, l'un à l'usage des Assyriens, l'autre, le vrai nom, à l'usage des gens du pays. Les noms nouveaux imposés par les Assyriens indiquent une prise de possession et peut-être une colonisation. Mais *colonisé* et *assyrianisé* sont choses fort différentes. Les rois d'Assyrie demandaient leurs colons aux nations vaincues, non à l'Assyrie elle-même, dont la population ne se soutenait que par l'infusion d'éléments étrangers. Si l'assertion de M. Winckler était vraie, il s'ensuivrait que les Israélites des dix tribus, déportés par les rois de Ninive, ont *assyrianisé* quelques parties de l'Asie occidentale. Voir ce point étudié par nous, *Le peuple et l'empire des Mèdes*, pp. 110-116, 185-189.

(4) *Verzeichniss*, etc.

gnifiants ou de pièces trop effacées pour qu'elles révèlent jamais leurs secrets, possède une soixantaine de tablettes, et des fragments de tablettes, couverts d'environ 2800 lignes d'écriture, ce qui, ajouté aux tablettes acquises par M. Bouriant et à celles dont se sont enrichis le British Museum et le musée de Boulaq au Caire (1), forme, pour la majeure partie du fonds retrouvé (2), une somme d'environ 6000 lignes, diverses de longueur et plus ou moins bien conservées. Les premiers renseignements émanés de Berlin, et reproduits dans notre précédent article, faisaient prévoir un total plus élevé (3).

Outre l'état déplorable de plusieurs tablettes, il faut encore tenir compte, dans l'appréciation générale, du maigre contenu d'un grand nombre de pièces. Comme nous l'avons déjà dit, sur beaucoup de tablettes, les formules épistolaires occupent autant ou plus d'espace que le reste du texte. On signale une lettre de vingt lignes dont les trois quarts consistent en salutations (4). Les tablettes doivent n'être souvent que de simples billets d'introduction pour les porteurs, chargés de donner de plus amples renseignements sur les affaires traitées. Enfin, il est plus que jamais à craindre que les documents ne restent en partie lettre morte, à cause des difficultés d'interprétation inhérentes au genre épistolaire. M. Winckler, qui a étudié pendant plus d'une année les pièces déposées à Berlin et à Boulaq, n'a réussi jusqu'à présent, malgré des efforts évidents et une aptitude reconnue, qu'à en tirer un petit nombre d'échantillons clairs et intéressants. Encore ses extraits font-ils çà et là double emploi avec ceux que M. Budge a transcrits du dépôt de Londres.

(1) Le musée de Boulaq possède une trentaine de tablettes, portant dans les 630 lignes d'écriture.

(2) Les tablettes et fragments tombés aux mains de Daninos-Pacha et de deux particuliers en Égypte, n'ont pu entrer en ligne de compte.

(3) On parlait de 160 tablettes acquises par le musée de Berlin. Cet établissement possède, provenant de Tell el-Amarna, outre les lettres, une tablette mythologique, et quelques fragments de même nature.

(4) *Verzeichniss*, p. 17, n. 163.

C'est au British Museum que se trouvent les tablettes les mieux conservées. Nous en jugeons par les pièces publiées en entier comme spécimens par MM. Winckler et Lehmann d'un côté, par M. Budge de l'autre. M. Winckler a donné, non dans l'écriture originale, mais en assyrien cursif et caractère imprimé, deux lettres du roi d'Alasiya, comptant 19 et 30 lignes, et suivant l'écriture originale, en autographie, une lettre de Burraburiyas comptant 76 lignes (1). Les lettres du roi d'Alasiya n'offrent pas de lacunes; celle du roi de Babylone en présente à peu près dans la moitié des lignes. M. Lehmann reproduit à l'imitation de l'original, en autographie, la même lettre de Burraburiyas, coïncidence tendant à prouver qu'on avait peu de choix. Il a ajouté deux lettres du même Burraburiyas, comptant l'une 56 lignes, toutes mutilées, l'autre ayant perdu quelques lignes, et en comptant encore 44, dont la moitié présente des lacunes ou des incertitudes de lecture (2). Voilà pour Berlin. A Londres, M. Budge a donné comme spécimens, sans compter une petite pièce, trois tablettes offrant respectivement 85 (grandes) lignes, 38 et 55 lignes, avec fort peu de lacunes (3). Les renseignements particuliers donnés sur les tablettes de Londres par M. Budge, et sur les tablettes de Berlin par M. Winckler, confirment notre

(1) A la suite de son rapport, *Bericht über die Thontafeln von Tell el-Amarna.*

(2) Zeitschrift für Assyriologie, novembre 1888, pp. 399-406.

(3) Proceedings of the Society of Biblical Archeology, juin 1888. — M. Budge s'est montré fort judicieux dans le choix de ses pièces. Toutes les catégories s'y trouvent représentées. On y voit une lettre de Burraburiyas, roi de Babylonie, une lettre de Tusratta, roi de Mitani, une lettre du roi d'Alasiya, enfin une petite lettre d'un officier de Syrie. Nous nous attendions à rencontrer, dans l'ensemble assez étendu des trois derniers documents, quelques-unes des valeurs phonétiques nouvelles que les savants de Berlin prétendaient avoir découvertes dans des textes du même genre et de même provenance. Nous avons déjà dit dans notre article de janvier que nous n'avons pu en constater aucune. Il fallait, par conséquent, nous démontrer par des exemples que nous avions tort, et ne pas nous renvoyer pour la solution de nos doutes à une publication qui renferme quelques lignes du roi

impression. Cette fois encore le British Museum aura obtenu la meilleure part des antiquités assyriennes (1).

M. Lehmann, qui nous a donné trois lettres de Burraburiyas, a entrepris en même temps de les commenter et de les traduire là où le texte n'est pas trop mutilé. Il estime l'œuvre épineuse, et il a raison. La difficulté tient naturellement aux mots, mais surtout à la phrase, dont M. Lehmann trouve malaisé de saisir la structure, bien qu'il possède une connaissance toute spéciale de la syntaxe assyrienne. Je ne résiste pas au plaisir de citer un mot de M. Lehmann à ce sujet : « Celui qui considère, dit-il, combien l'ignorance ou le peu d'estime de la syntaxe nuit à l'intelligence des textes, même dans les versions les plus récentes des documents historiques du genre ordinaire ; celui qui considère de quelle manière de belles périodes péniblement élaborées, que les auteurs assyriens pouvaient contempler avec un légitime orgueil, sont impitoyablement démembrées par le traducteur et réduites en petites phrases juxtaposées, celui-là comprendra pourquoi je regarde la syntaxe comme le côté le plus obscur de ces textes, qui opposent d'ailleurs de si grandes difficultés à l'interprétation (2). »

Le propos est d'un homme qui doit connaître parfaitement la syntaxe assyrienne. J'en conclus que M. Lehmann a pour mission de renouveler l'exégèse des textes cunéiformes, et j'exprime le vœu que, tout en s'appliquant à l'élucidation des tablettes de Tell el-Amarna, il se ménage

d'Alasiya n'offrant aucune des particularités signalées, une lettre de Burraburiyas étrangère au débat, puisqu'elle vient de Babylonie, et une lettre du roi d'Artsapi, rédigée dans une langue spéciale, ou tout au moins dans un genre spécial d'écriture. Il était question, notons-le bien, de particularités observées, à ce que l'on prétendait, dans un système d'écriture qui pour le reste se montre identique à celui des inscriptions babyloniennes du type ordinaire.

(1) Nous avons négligé, dans cette appréciation relative, les extraits peu étendus qui ne révèlent pas l'état général des tablettes auxquelles elles sont empruntés.

(2) Zeitschrift für Assyriologie, 1888, pp. 393, 39

assez de loisir pour traduire et commenter, à la lumière de la syntaxe assyrienne, les principales inscriptions historiques de Ninive et de Babylone. De la sorte, il rendrait un double service à l'assyriologie et se créerait des titres à la reconnaissance des plus habiles.

Malheureusement, en ce qui concerne nos tablettes, M. Lehmann n'a pas encore poussé bien loin son travail d'interprétation. Il a transcrit en caractères latins la première lettre, la moins mutilée des trois ; il en a résumé le contenu, mais d'une manière si vague qu'elle ne permet pas d'attendre un commentaire très instructif(1). M. Winckler en a traduit une phrase ou deux, et en a précisé davantage le contenu partiel. Burraburiyas, d'après lui, dit à Aménophis IV, roi d'Égypte, qu'il s'est vivement intéressé à une maladie dont ce dernier a été éprouvé.

Il me semble que Burraburiyas répond au reproche que lui adresse le roi d'Égypte de ne pas s'être intéressé à lui durant sa maladie et de ne pas lui avoir fait parvenir ses condoléances. Il traite ensuite d'échange de dons, et d'autres affaires.

La difficulté d'interprétation provient des lacunes du texte, et peut-être de phrases exclamatives ou hypothétiques ne se distinguant de simples assertions par aucun signe extérieur. Il en est de même de la troisième lettre.

Voici ce que je crois comprendre dans la première pièce, dont j'essaie une traduction provisoire.

Burraburiyas commence par une vive protestation. Il se plaint de ce que le roi d'Égypte durant un temps ne l'a plus honoré par l'envoi de messagers. Il en a conçu une douleur telle qu'il n'a plus *ni mangé ni bu* (2), ce que l'on considérera naturellement comme une hyperbole orientale. Le roi d'Égypte lui a fait dire (3) : « Comme j'étais

(1) Le commentaire tarde beaucoup à venir. On le cherche en vain dans les cahiers de janvier et d'avril de la Zeitschrift für Assyriologie (trimestrielle).

(2) Recto, l. 8-10.

(3) *Ibid.*, l. 16.

malade, mon frère ne m'a pas *envoyé de message de condoléance* (?) » Burraburiyas répond : « (Mon frère) ne m'avait pas envoyé de messager, je n'avais point vu de messager qui me dît ces choses... Le pays (qui nous sépare) n'est-il pas *en guerre?* (?) Ton frère est (enfin) renseigné, et il t'envoie ses salutations. (Mon) pays est lointain (1) et il y a *guerre* (?) ; qui aurait averti ton frère, pour qu'il t'envoyât ses salutations? Ton frère apprendra que tu es malade et ne t'enverra pas ses salutations! Voici maintenant ce que je dis à mon frère : Grand roi, (mon) pays est lointain, et il y a *guerre* (?). Ton messager lui-même le dira, c'est à cause de l'éloignement du pays que je n'ai pas entendu ton nom (c'est-à-dire, que je n'ai pas entendu parler de toi) et que je ne t'ai pas envoyé mes salutations. Maintenant, quand mon messager *sera arrivé* (?), il dira que la route est longue... (2) »

« Si l'on dit que dans le pays de mon frère tout se trouve et qu'il n'a besoin de rien, que dans mon pays tout se trouve et que je n'ai besoin de rien, envoyons-nous (cependant) l'un à l'autre les messages *mutuels* (?) et les salutations *suivant la coutume* (?) des rois antérieurs (3). »

« J'ai donné mes instructions à ton messager... donne *bénignement* (?) tes instructions à mon messager... (4). »

« Comme on m'a dit que la route est (dangereuse)... je

(1) *Rugat*, lointain, avec *g* suivant l'orthographe babylonienne. A Ninive, on aurait écrit *ruqat*. — D'après la transcription en caractère latin et la version de M. Winckler (*Bericht*, p. 1345/5): Assur-uballit, roi d'Assyrie, dit dans sa lettre à Aménophis IV : " Nos deux pays sont grands *(ru-ba-tum)*; que nos messagers aillent de l'un à l'autre. „ Je regrette de ne pouvoir consulter l'original de la lettre, déposé à Boulaq, car je soupçonne qu'au lieu de *ru-ba-tum, grands*, il faut lire *ru-qa-tum, éloignés*. En effet, dans l'écriture cunéiforme, le caractère *ba*, sous une forme très usitée, et le caractère *qa*, peuvent être pris l'un pour l'autre, si peu qu'un texte soit oblitéré. Si l'on suppose *ru-qa-tum*, Assur-uballit dit, d'une façon plus naturelle : " Nos pays sont très distants (et nous ne pouvons que difficilement nous voir). Que nos messagers aillent donc de l'un à l'autre. „

(2) Recto, l. 17-32.

(3) *Ibid.*, l. 33-39.

(4) Verso, l. 5, 6.

t'envoie peu de présents d'*échange* (?). J'envoie à mon frère quatre mines de pierre d'*uknu* en *retour* (?) (en retour des présents reçus), comme don de ma main. J'envoie aussi à mon frère cinq attelages de chevaux. Si le temps devient plus favorable, un messager ultérieur viendra et apportera des présents d'*échange* (?) en grande quantité à mon frère. N'importe ce dont mon frère aura besoin, qu'il le mande, et ils (mes sujets) le prendront de chez eux (pour le lui envoyer) (1). »

« L'ouvrage dont je me suis chargé, je l'enverrai à mon frère. Que mon frère m'envoie de l'or d'*échange* (?) (cela signifierait peut-être, *à renvoyer sous une autre forme),* et je le soumettrai au travail (2). »

« L'or que mon frère enverra, qu'il ne le laisse *à la discrétion* (?) de personne. Que mon frère le considère (c'est-à-dire en vérifie la quantité), que mon frère le scelle, et l'envoie (de la sorte) ». — Burraburiyas regrette que le roi d'Égypte ait négligé ces précautions lors d'un envoi précédent.

Dans les dernières lignes (3), très mutilées, M. Lehmann, dont l'interprétation paraît fort plausible, croit comprendre que Burraburiyas demande réparation pour un de ses messagers, dévalisé sur les terres du roi d'Égypte. Le messager se nomme Tsalmu. Deux individus, ayant nom Biriamaza et Pamakhu, me semblent désignés comme les auteurs du méfait. — Pour le reste, nous comprenons la lettre tout autrement que M. Lehmann (4).

Dans cette lettre, comme dans toutes celles du même roi, le nom du signataire, partout où il est bien conservé, s'écrit *Burraburiyas*. Quant à la forme *Burnaburiyas,* la seule qui se rencontre dans les textes plus anciennement

(1) *Ibid.*, l. 7-16.

(2) Dans ce paragraphe (verso, l. 17-24) et dans le suivant, je suis à peu près la version et les indications de M. Winckler, *Verzeichniss*, pp. 4, 5.

(3) Verso, l. 25-36.

(4) Voir le résumé qu'il donne dans le Zeitschrift für Assyriologie, année 1888, 4e fascicule (publié en 1889), pp. 397, 398.

connus, elle ne se trouve nulle part dans les nouveaux documents. Ainsi se confirment nos doutes sur l'identité des deux noms. Je sais bien qu'on prétend voir les restes de *na*, au lieu de *ra*, dans le nom du roi, sur la seconde tablette (1); mais il est à craindre que le désir de trouver une variante si nécessaire à l'identification proposée n'ait égaré les yeux de MM. Winckler et Lehmann. Si ce dernier, comme on doit le croire, a fidèlement représenté l'état de l'original, il y aurait, supposé qu'il faille lire *na*, un espace libre entre *Bur* et *na* dans le corps du mot *Burnaburiyas*, contrairement à l'usage de nos tablettes. L'étendue de la lacune indique *ra*, caractère plus large.

La lettre très effacée qui a donné lieu à cette conjecture énumère les objets que Burraburiyas se propose d'envoyer ultérieurement à Aménophis IV, et ceux qu'il attend en retour (2). Parmi ces derniers figure l'ivoire, *shinni*. — Il parle d'une princesse égyptienne qu'il a demandée en mariage, et qu'il s'attendait à voir arriver avec Khai, haut personnage égyptien, dont il a été question plus haut, mais il a été trompé dans son espoir. Il renouvelle sa démarche (3). — Il rappelle les bonnes relations de son père Kurigalzu avec Aménophis III, et la grande quantité d'or envoyée d'Égypte en Babylonie sous ces deux princes (4). — Il finit par l'énumération des présents qu'il envoie à son suzerain (5).

Dans la troisième lettre publiée par M. Lehmann, et qui doit être postérieure à la précédente, Burraburiyas, si je ne me trompe, se plaint, non sans amertume, du refus qu'il a essuyé. On lui a répondu : « La fille du roi d'Égypte

(1) Dans la seconde tablette de Lehmann, recto, l. 2. — Le seul élément bien conservé est le clou vertical, qui termine le caractère *ra*, aussi bien que *na*.

(2) Recto, l. 16-22; verso, l. 3-9.

(3) *Ibid.*, l. 10-13.

(4) *Ibid.*, l. 16-20.

(5) *Ibid.*, l. 21 et suiv.

ne sera donnée à personne (1). » On ajoutait, je pense, que pour le reste on voulait lui être agréable. Médiocrement consolé par ces avances, Burraburiyas, après une phrase que je ne comprends pas, et dans laquelle il parle de filles et de femmes au pluriel, dit au roi d'Égypte : « Tu ne pratiques ni la fraternité, ni l'amitié. Après que, conformément à nos relations mutuelles, tu m'as envoyé, toi (des messages) pour (entretenir) la liaison, et que moi, de mon côté, je t'ai envoyé (fait dire) ces choses (concernant ta fille), et que, conformément à nos relations mutuelles, je t'ai envoyé (des messages) pour (entretenir) la liaison (2), mon frère ne m'envoie pas une femme (3) ! »

Je ne donne les interprétations qui précèdent qu'à titre d'essai, et je fais des réserves encore plus formelles sur le passage qui suit dans la lettre. Là, Burraburiyas semble dire au roi d'Égypte qu'il n'honore pas assez la parenté de la fille que lui-même, Burraburiyas, lui a donnée en mariage (4).

On dirait que les princes asiatiques d'alors tenaient peu à placer leurs filles dans les cours étrangères. A ce point de vue, Aménophis IV, refusant la main de sa fille au roi de Babylonie, son vassal, nous surprend moins qu'un petit prince de Mitani déclinant une alliance de famille avec le puissant roi d'Égypte. Tusratta, roi de Mitani, rappelle à Aménophis IV que son aïeul Artatama (5) ne céda une de ses filles au roi d'Égypte Minmuria, grand'père d'Aménophis IV, que malgré lui et après une invitation renouvelée dix fois. Quant à Tusratta lui-même, il se fait un mérite aux yeux de son suzerain d'avoir été plus coulant en

(1) Recto, l. 6-7. — Il se peut aussi qu'on doive traduire : « La fille du roi d'Égypte ne sera donnée à aucun prix. »

(2) Peut-être le mot *akhuzati* signifie-t-il ici *mariage*. Il signifie proprement *adhérence*, de là *possession*.

(3) Recto, l. 15-19.

(4) Verso, l. 2-4.

(5) Il y a incertitude, d'après M. Winckler, pour la première syllabe. On ne sait si on doit lire *Artatama* ou *Shitatama*.

pareille occurrence (1). La fille de Tusratta, à en juger par les monuments égyptiens, a été puissante et heureuse dans sa nouvelle patrie, mais c'est là un cas particulier. En général, une fille de roi, en entrant dans le harem d'un souverain étranger, s'exposait à déchoir, parce que tout y dépendait de la faveur du maître. Une alliance moins ambitieuse, contractée par une princesse royale dans son propre pays, sous l'égide de sa famille, assurait sans doute mieux sa dignité.

Dans la dernière partie de sa lettre, sans oublier son affaire matrimoniale, Burraburiyas rend compte au roi d'Égypte des travaux d'orfèvrerie dont il a reçu ou voudrait recevoir commande. Il se plaint de n'avoir pu s'acquitter d'un travail parce qu'Aménophis ne lui a pas envoyé à temps l'or nécessaire : « Tu ne m'as pas envoyé d'or, et je n'ai pas exécuté l'œuvre entreprise (2) ». Je suppose que Burraburiyas, ici comme dans la première lettre analysée, représente ses sujets.

Tout à la fin de la tablette (3), il est question d'une quantité d'or s'élevant à 3000 talents, ce qui ferait dans les 90 000 kilogrammes, si le talent babylonien vaut environ 30 kilogrammes, comme l'estime M. Oppert. Mais je crains que le chiffre ne soit d'aucun secours pour apprécier la richesse de l'Égypte et l'activité industrielle des Babyloniens. C'est que Burraburiyas exprime une supposition impossible, et qu'il termine par une boutade : « Quand j'aurai exécuté le travail entrepris, je désirerai (de nouveau) de l'or en quantité. Envoie-moi jusqu'à 3000 talents d'or, et je n'en *déroberai*(?) rien, je te le renverrai, et je n'obtiens pas ta fille *en mariage* (4)! »

(1) Voir Winckler, *Verzeichniss*, pp. 10, 11, où le passage est cité en caractère latin, et traduit.
(2) Verso, l. 14.
(3) *Ibid.*, l. 15-19.
(4) *Ana akhuzati.* Voir note 2, p. 96.

Le roi de Babylone parle comme un vulgaire industriel, mais c'est là ce qui nous intéresse surtout. De nos considérations sur les travaux hydrauliques en Babylonie et en Assyrie, ainsi que des passages que nous avons détachés des tablettes de Tell el-Amarna, il se dégage un portrait des anciens rois asiatiques qui ressemble peu à celui que nous a transmis la légende grecque. Ces monarques n'étaient point des rois fainéants.

A. Delattre, S. J.

SISMOLOGIE

ÉTUDE DES TREMBLEMENTS DE TERRE

I

Parmi les sciences naturelles, la géologie occupe, sous le rapport de l'ancienneté, une des dernières places : sa fondation, en effet, ne remonte guère au delà du commencement de ce siècle, et même en 1845, Élie de Beaumont écrivait, dans ses *Leçons de géologie pratique*, que « c'est une science en construction dont on ne pourrait même encore indiquer le plan complet que d'une manière conjecturale ».

Néanmoins, toute jeune qu'elle est, elle a déjà parcouru un chemin immense. Elle a passé avec une célérité surprenante par les différentes étapes qui précèdent habituellement la constitution définitive d'une science, et les développements qu'elle a pris en un demi-siècle ont été tellement rapides qu'il n'en existe peut-être nul autre exemple dans l'histoire des connaissances humaines.

A la fin du dix-huitième siècle, deux doctrines opposées, le Neptunisme et le Plutonisme, se croyant chacune

en possession des vrais principes, donnaient aux phénomènes géologiques des explications souvent contradictoires. Werner, célèbre ingénieur saxon, et avec lui toute l'école de Freyberg, prétendait que l'action de l'eau était prépondérante; les volcans, d'après lui, n'étaient que des gisements de matières combustibles qu'une cause fortuite avait allumées. Les plutonistes au contraire, avec Hutton à leur tête, attribuaient au feu, avec non moins d'exagération, le rôle principal dans le vaste laboratoire de la nature.

La vérité toutefois, comme il arrive souvent, devait se trouver entre les deux extrêmes. Lorsqu'au début de ce siècle s'ouvrit l'ère des grands travaux publics, et que les voyages lointains purent s'effectuer avec plus de facilité et de sécurité, on n'eut pas de peine à constater combien les conclusions déduites des théories neptuniste et plutoniste s'éloignaient de la réalité. Toutes deux possédaient une partie de la vérité, mais celle-ci était comme perdue au milieu d'un dédale d'erreurs. Il fallut les recherches patientes et consciencieuses de Murchison, Sedgwick, de la Bèche, etc., pour élever enfin la géologie au rang d'une véritable science. Cuvier, le plus illustre des naturalistes modernes, y contribua pour une large part par ses *Recherches sur les mammifères fossiles*, éditées en 1812, et par la *Description géologique des environs de Paris*, publiée avec la collaboration de Brongniart. A ces noms célèbres il faudrait encore ajouter ceux d'autres savants, comme Lyell, de Verneuil, d'Omalius, Léopold de Buch, de Humboldt, Philipps, d'Orbigny, Élie de Beaumont, etc., dont les travaux, continués de nos jours avec tant d'éclat par MM. Daubrée, Fouqué, de Lapparent, Credner, Geikie, James Dana, Abich, von Dechen (pour ne citer que les plus connus), ont assuré à la géologie une des premières places parmi les sciences naturelles et lui ont fait acquérir une importance capitale.

L'activité déployée dans l'étude de cette branche a

conduit à ce résultat, qu'il est presque impossible actuellement, ou tout au moins fort difficile, d'en embrasser et d'en approfondir toutes les parties. Il a fallu la diviser en un certain nombre de sciences subordonnées, possédant leurs principes et leurs règles propres, et se bornant à l'examen de l'une ou l'autre catégorie des phénomènes relatifs à la constitution de la terre. C'est ainsi qu'ont été édifiées la géognosie, la vulcanologie, la sismologie, la stratigraphie, etc. Jeter un rapide coup d'œil sur les principaux travaux récents qui se rapportent à l'une d'entre elles, la sismologie, et exposer quelques-uns de leurs résultats les plus remarquables, tel sera le but de cette étude.

II

La sismologie est la science des tremblements de terre; elle s'efforce d'en découvrir les causes et d'en expliquer les manifestations, aussi compliquées d'ailleurs que variées. Ce but ne saurait être atteint à moins que ces phénomènes ne soient l'objet d'une observation attentive et patiemment poursuivie, non seulement quant à leur nombre, mais aussi quant aux diverses circonstances dans lesquelles ils se produisent. Comparées entre elles, soumises à une analyse minutieuse et sainement interprétées, ces observations, pourvu qu'elles soient suffisamment multipliées, peuvent mener un jour à la connaissance des lois qui régissent les phénomènes sismiques.

Ce travail préparatoire a été fait au moyen des listes statistiques des tremblements de terre. Parmi ceux qui s'en sont occupés le plus activement, une mention particulière est due à feu Alexis Perrey, professeur à la faculté des sciences de Dijon. Pendant plus de vingt ans, à partir de 1843, il a classé annuellement les tremblements de terre parvenus à sa connaissance; il a fait en outre des

recherches nombreuses pour retrouver les indications de tous les phénomènes sismiques dont l'histoire a gardé le souvenir. Les résultats de ses travaux se trouvent consignés dans des Mémoires séparés pour l'Europe et les parties adjacentes de l'Afrique et de l'Asie (de 1801 à 1843), pour la France, la Belgique et la Hollande (depuis le IVe siècle jusqu'en 1843), pour le bassin du Rhin, pour celui du Rhône, pour celui du Danube, pour la péninsule italique, pour les États-Unis et le Canada, et pour le Pérou, la Colombie et le bassin de l'Amazone. Presque tous ces travaux ont été publiés dans les *Bulletins* et les *Mémoires couronnés et des savants étrangers de l'Académie royale des sciences de Belgique.*

Un peu plus tard, sir Robert Mallet, célèbre géologue anglais, publia ses catalogues de tremblements de terre dans les *Transactions* de la Société royale de Londres, et dans les Bulletins de l'Association Britannique. Il édita également une carte sismographique du globe, sur laquelle l'intensité des secousses dans chaque pays est marquée par des teintes plus ou moins foncées d'une même couleur, et d'après cette carte il établit les lois générales qui régissent les tremblements de terre. Enfin, en produisant dans le sol des vibrations artificielles au moyen de matières explosives déposées dans des excavations, il put indiquer des formules empiriques pour calculer la vitesse de propagation et l'intensité des tremblements de terre.

A une époque plus rapprochée, des expériences semblables à celles de sir R. Mallet ont été faites au moyen de la dynamite par le général américain Abbot ; les résultats en ont été publiés en 1876. Récemment elles ont été reprises avec grand succès par MM. Fouqué et Michel Lévy, en France, et par les professeurs Milne et Gray, au Japon. Des conditions exceptionnelles ont permis à ces deux derniers savants de les entreprendre sur une vaste

échelle, et ont donné à leurs travaux une importance considérable (1).

M. d'Abbadie, membre de l'Institut, et bien connu pour ses remarquables travaux géodésiques en Éthiopie, s'occupe depuis une vingtaine d'années d'études théoriques sur les mouvements microsismiques de la surface terrestre et sur les déviations de la verticale ; à cet effet, il a installé des instruments spéciaux dans sa propriété d'Abbadia, sur la frontière franco-espagnole. MM. Darwin poursuivent depuis quelque temps en Angleterre des études semblables, et M. Bouquet de la Grye s'en est également occupé à l'île Campbell.

Un savant allemand, M. Otto Volger, s'est attaché à recueillir les renseignements concernant les tremblements de terre survenus en Suisse et dans les pays voisins, depuis le neuvième siècle jusqu'en 1857 ; il n'en a pas trouvé moins de 1230. Plusieurs autres observateurs ont dressé des listes partielles, par exemple von Hoff pour les secousses de l'Europe septentrionale, de 1821 à 1830, Merian pour celles des environs de Bâle antérieures à l'année 1836, Arcovito pour celles du pays de Reggio, de 1836 à 1853. D'autres recherches du même genre ont été faites par Valker, Kluge, Castelnau, etc. En 1865, M. K. Fuchs, professeur à l'université de Heidelberg, et auteur d'un ouvrage classique sur les volcans et les tremblements de terre, commença dans les *Mineralogische und Petrographische Mittheilungen*, ses listes annuelles de tremblements de terre avec leur répartition suivant les mois et les saisons. Le professeur Rockwood, de Princeton (États-Unis), est l'auteur d'un travail semblable pour l'Amérique, commencé en 1870 et édité dans l'*American Journal of Science*. La statistique pour les années comprises entre 1776 et 1873 a été publiée en 1879 par M. Julius Schmidt dans ses *Studien über Erdbeben*. En 1884, M. Detaille a

(1) Cfr *Earthquakes and other Earthmovements*, par J. Milne. International Scientific Series, vol. 56. London, Kegan Paul, Trench & C°, 1886.

entrepris dans la revue *L'Astronomie* la publication de tous les tremblements de terre qui lui sont signalés par un grand nombre de personnes dans les différentes contrées du globe. Enfin le professeur O'Reilly, du Collège royal des sciences de Dublin, auteur d'une liste statistique pour la Grande-Bretagne, a édité, en 1886, un *Catalogue alphabétique des tremblements de terre observés en Europe et dans les contrées voisines pour servir de base à une carte sismographique de ces pays.*

Les ébranlements souterrains ne se manifestent pas partout avec la même fréquence ni avec le même degré d'intensité : ils se produisent le plus souvent dans le voisinage des cônes volcaniques et dans les pays dont le sol est le plus disloqué. Par suite de cette répartition inégale des phénomènes sismiques (1), leur étude n'offre pas la même importance dans tous les pays : pour les habitants des parties du globe où leurs effets désastreux ne sont guère à redouter, elle n'offre qu'un intérêt purement théorique, tandis qu'elle présente un côté pratique là où les hommes ont appris par une triste expérience qu'il serait téméraire d'avoir trop de confiance dans la stabilité pourtant proverbiale du sol.

Dans différentes contrées, les personnes adonnées à l'étude des sciences naturelles, soit par goût, soit par profession, se sont réunies en sociétés pour combiner les résultats de leurs investigations, et rechercher les précautions à prendre par leurs concitoyens, afin de se garantir dans une certaine mesure contre les désastres provoqués par les frémissements de la croûte terrestre.

(1) Les régions de l'Europe qui y sont le plus sujettes sont : l'Islande, le nord de l'Écosse, certains plateaux d'Espagne, les départements du sud-est de la France, la Suisse, le nord de l'Italie, les massifs calcaires de la Carniole et de l'Istrie, les Abruzzes et la Calabre, les îles de Rhodes, Chypre, Milo et Santorin. En dehors de l'Europe, les principaux foyers d'ébranlements se trouvent en Algérie, sur les bords du Nil, sur le littoral de la Syrie, dans le Turkestan, dans l'archipel Japonais, le long des Cordillères de l'Amérique méridionale et centrale et dans la plaine alluviale du Mississipi.

La première en date parmi ces sociétés est la Commission sismologique de la Suisse, fondée en 1878 au sein de la Société helvétique des sciences naturelles. La Suisse est en effet pour l'Europe la terre classique des tremblements du sol.

Voici le programme que cette Commission s'est tracé (1) :

1. Réunir tous les documents sur les tremblements de terre constatés en Suisse dans les temps passés, en les groupant dans les archives de l'Observatoire tellurique de Berne. 2. Rassembler tous les documents possibles sur les tremblements de terre actuels. 3. Organiser un système d'observations méthodiques à l'aide d'appareils distribués sur tout le territoire de la Suisse, qui donnent des valeurs et des chiffres comparables entre eux et permettant une étude vraiment scientifique du phénomène.

Pour populariser en quelque sorte son œuvre, la Commission répandit à profusion une étude élémentaire sur les tremblements de terre rédigée par le professeur Heim, secrétaire de la Commission, et elle distribua aux personnes désireuses de prendre part à ses travaux un questionnaire renfermant les différents points sur lesquels l'attention de l'observateur doit se porter de préférence au moment du phénomène. Les tremblements de terre y sont répartis en différentes classes, suivant l'étendue de la surface ébranlée, et suivant leur intensité. Pour l'aire sismique on a adopté cinq classes :

Classe A :	Aire sismique	de moins de 5 kilom.				de diamètre.
B :	»	»	de	5 à 50	»	»
C :	»	»	de	50 à 150	»	»
D :	»	»	de	150 à 500	»	»
E :	»	»	de	500 kilom. et plus.		»

L'intensité est évaluée suivant une échelle conventionnelle, dressée en 1882 par MM. de Rossi et Forel, et dont

(1) *L'Astronomie, revue mensuelle d'astronomie populaire*, 1883, p. 453.

l'usage tend à se répandre de plus en plus partout où les instruments enregistreurs font défaut :

1. Secousse microsismique notée par un seul sismographe ou par des sismographes de même modèle, mais ne mettant pas en mouvement plusieurs sismographes de systèmes différents ; secousse constatée par un observateur exercé.

2. Secousse enregistrée par des sismographes de systèmes différents, constatée par un petit nombre de personnes au repos.

3. Secousse constatée par plusieurs personnes au repos, assez forte pour que la durée et la direction puissent être appréciées.

4. Secousse constatée par l'homme en activité, ébranlement des objets mobiles, portes, fenêtres, craquement des planchers.

5. Secousse constatée généralement par toute la population, ébranlement des objets mobiliers, meubles et lits, tintement de quelques sonnettes.

6. Réveil général des dormeurs, tintement général des sonnettes, oscillation des lustres, arrêt des pendules, ébranlement apparent des arbres et des arbustes, quelques personnes effrayées sortent des habitations.

7. Renversement d'objets mobiles, chute de plâtras, tintement des cloches dans les églises, épouvante générale, sans dommages aux édifices.

8. Chute des cheminées, lézardes aux murs des édifices.

9. Destruction totale ou partielle de quelques édifices.

10. Grands désastres, ruines, bouleversement des couches terrestres, fentes dans l'écorce de la terre, éboulement des montagnes.

L'appel adressé par cette Commission au public instruit a été très favorablement accueilli et a permis de rassembler un grand nombre de documents dont la comparaison a fourni des données intéressantes. Plusieurs dépouillements ont déjà été faits par les membres de la Commission,

tandis que quelques phénomènes plus considérables ont été décrits séparément par MM. Heim, Soret, Forel, etc., et publiés dans les *Annuaires de l'observatoire de Berne* et dans d'autres revues.

Une nouvelle société pour l'étude des tremblements de terre fut fondée en 1879 par quelques professeurs de l'université de Tokio, sous le titre de *Société sismologique du Japon ;* on sait que, de toutes les contrées du globe, c'est l'archipel japonais qui est le plus souvent en proie aux convulsions intérieures de la terre, puisqu'il s'y produit en moyenne une ou deux secousses par jour. Cette société, organisée à l'instar des grandes réunions scientifiques de l'Europe, se compose de deux sections, dans l'une desquelles les mémoires sont lus et publiés en japonais ; l'autre section se sert habituellement de la langue anglaise, et édite un bulletin sous le titre de *Transactions of the Seismological Society of Japan,* dans lequel trouvent place les questions de sismologie aussi bien que les études de vulcanologie et de météorologie. Les travaux des membres de cette société sont encore plus pratiques que ceux des géologues suisses, comme nous aurons plus loin l'occasion de le montrer ; plusieurs même sont vraiment remarquables et ont été reproduits par les premières revues savantes de l'Europe. Parmi les membres les plus éminents de cette société et qui contribuent pour une grande part à sa célébrité, citons les professeurs étrangers Gray et Knott, le professeur japonais Seikei Sekiya, et surtout M. John Milne, secrétaire de la société et professeur d'exploitation des mines et de géologie à l'université impériale.

Vers la fin de l'année 1887, le gouvernement russe a institué une commission géologique semblable à celle de la Suisse ; l'ukase qui en a ordonné l'érection a été rendu à la suite du désastreux tremblement de terre arrivé à Vernoï au mois de juin précédent, et sur la proposition du professeur Mushketoff, auteur d'une description géologique et orographique du Turkestan. Le programme de

ce comité consiste à étudier tous les tremblements de terre et à en faire rapport, dans les parties de l'empire qui sont le plus souvent visitées par ces phénomènes, c'est-à-dire la région du Caucase, le Turkestan et les pays situés au delà du lac Baïkal.

Une impulsion puissante a été donnée à la sismologie par les travaux de M. Michel Étienne de Rossi, qui fut, avec le R. P. Bertelli, barnabite, le fondateur des études sismologiques en Italie. Depuis seize ans M. de Rossi poursuit avec persévérance l'étude des différents mouvements du sol, depuis les tremblements de terre les plus considérables jusqu'à ces trépidations imperceptibles à nos organes et dont les instruments délicats seuls nous révèlent l'existence ; même c'est à l'étude de ces dernières que ce savant s'est principalement appliqué, parce que d'une part elles sont souvent les signes précurseurs de secousses dangereuses, et que d'autre part elles peuvent fournir des renseignements précieux sur la nature des forces qui sollicitent sans cesse l'écorce terrestre. En vue de multiplier autant que possible les observations, M. de Rossi s'est efforcé d'établir sur le territoire de la péninsule un grand nombre de stations dotées d'instruments perfectionnés enregistrant jusqu'aux moindres frémissements du sol, et grâce à son activité plus de quarante de ces observatoires microsismiques ont déjà été créés en différents endroits du pays. Il y a quelques années, lorsque arrivèrent d'Amérique coup sur coup ces merveilleuses inventions du téléphone et du microphone, M. de Rossi conçut l'idée ingénieuse de les appliquer à l'étude des petites trépidations du sol ; il installa dans ses observatoires des appareils microphoniques très sensibles, et, chose étonnante, il put entendre distinctement des sons aigus, offrant une parfaite ressemblance avec le sifflement produit par la vapeur lorsqu'elle s'échappe d'un étroit orifice; de cette manière il était parvenu à surprendre en quelque sorte le secret des mystérieuses opérations de la nature. M. de Rossi a

rendu compte de ses travaux et de ses études dans plusieurs ouvrages, dont le principal a vu le jour sous le titre de *Météorologie endogène;* le premier volume, édité en 1879, renferme les observations des six premières années ; le second, publié en 1882, contient celles des trois années suivantes.

A partir de cette époque les études sismologiques ont pris un grand essor dans la péninsule italique, sous la direction de MM. Mercalli, Stoppani, Galli, Brassart, Silvestri, Taramelli, etc. ; on a créé de nouveaux observatoires, institué des commissions géodynamiques, publié d'importants travaux et fondé un Bureau central de météorologie et de géodynamique ; celui-ci édite à Rome des Annales *(Annali dell'ufficio di Meteorologia e di Geodynamica)*, arrivées actuellement à leur neuvième volume.

Un autre célèbre géologue italien, M. Louis Palmieri, directeur de l'Observatoire du Vésuve, a réalisé un progrès immense dans l'observation des secousses en appliquant l'électricité aux sismographes, de façon à faire enregistrer automatiquement par ces instruments l'heure, la durée, l'amplitude, l'intensité et le nombre des phénomènes ; cette heureuse innovation lui a permis de prévoir dans beaucoup de cas une recrudescence dans l'activité du volcan napolitain. De nombreux appareils ausculteurs, avertisseurs, analyseurs, etc., ont été inventés plus tard par MM. Gray, Milne, Ewing, etc., et ont donné aux observations sismiques un degré de précision surprenant.

Les développements considérables pris par la sismologie à la suite des recherches qui viennent d'être exposées, ont fait sentir, pendant ces dernières années, l'importance d'un enseignement théorique de cette science ; car, en dehors des leçons ordinaires de géologie, il n'existait pas de cours traitant exclusivement des tremblements de terre et synthétisant les résultats épars obtenus jusqu'alors. Cette lacune a été comblée en 1886, et c'est du Japon qu'en

est venue l'initiative. Lorsqu'en cette même année les Facultés de l'université impériale de Tokio furent remaniées d'après un nouveau plan et qu'on y adjoignit le collège des ingénieurs, le ministre de l'Instruction publique, M. Mori, décréta l'érection d'une chaire de sismologie, qu'il confia au professeur S. Sekiya.

En 1888, l'université de Paris, imitant sa sœur cadette de Tokio, fonda le cours libre de sismologie, dont le titulaire est M. l'ingénieur Noguès. Le plan de ce cours, tel que M. Noguès l'a défini dans son discours d'ouverture, comprend à peu près tous les phénomènes de la dynamique interne.

En terminant cet aperçu historique bien incomplet, ajoutons que les installations sismographiques deviennent de plus en plus nombreuses; dans les pays exposés davantage aux secousses et où il n'existe pas encore d'observatoires sismographiques proprement dits, semblables à ceux de l'Italie, de la Suisse et du Japon, les observatoires météorologiques et astronomiques sont pourvus d'instruments perfectionnés indiquant les mouvements horizontaux et verticaux du sol. En outre, les tremblements de terre désastreux qui se sont produits ces dernières années à Ischia, en Espagne, à Cachemire, à Vernoï, à Nice et à Charlestown, ont donné lieu à la formation de comités scientifiques temporaires dont les rapports sont désormais indispensables dans la recherche des causes générales des commotions terrestres.

III

Le jour est loin d'être fait sur le phénomène si complexe des tremblements de terre, et quoique les travaux mentionnés plus haut aient déjà jeté beaucoup de lumière sur certaines circonstances de leurs manifestations, on peut dire cependant que la sismologie présente encore un

grand nombre de côtés obscurs. La cause première des secousses nous échappe presque complètement, et il règne à cet égard entre les géologues une grande divergence d'opinions ; d'ailleurs il est assez rare de rencontrer un cas où l'on puisse assigner avec quelque certitude la cause initiale d'une perturbation sismique ; la plupart du temps on en est réduit à formuler des hypothèses ou des conjectures plus ou moins probables.

Parmi ces phénomènes, les uns sont franchement volcaniques, c'est-à-dire dus à la même cause que les éruptions des volcans ; ils se produisent en même temps que celles-ci, ou du moins dans le voisinage immédiat des montagnes ignivomes. D'autres ne peuvent en aucune façon s'expliquer par l'intervention des causes volcaniques, parce qu'ils se manifestent dans des endroits éloignés de tout foyer éruptif; d'autres enfin, et ils sont nombreux, présentent un caractère douteux : ce sont les tremblements de terre qui se produisent sur de grandes lignes de dislocation, ou bien sur des axes volcaniques loin de tout foyer, ou bien près de volcans regardés comme éteints depuis un long espace de temps.

Pour expliquer l'origine des tremblements de terre volcaniques, la plupart des géologues supposent dans l'intérieur de la terre l'existence d'un noyau incandescent à l'état liquide ou pâteux ; pourtant ils ne s'accordent plus dès qu'il s'agit d'indiquer la cause déterminante des secousses. Beaucoup d'entre eux, et à leur tête MM. Daubrée, Fouqué et Fuchs, soutiennent l'hypothèse marine : d'après celle-ci, l'eau des océans, s'infiltrant dans les couches continentales et attirée par le voisinage de masses très chaudes, arrive par capillarité jusqu'à la lave fondue. Là ses éléments sont dissociés, passent à l'état gazeux, atteignent une haute pression et tendent à soulever la lave qui leur barre le chemin. Dès que la résistance de cette dernière cesse, la grande inégalité de pression

qui se produit alors dans les vapeurs, y fait naître, dit M. Fuchs, un courant par ondulations qui va frapper fortement les parois de la cheminée volcanique et l'ébranle. Ces tremblements de terre sont proportionnés à la profondeur des vapeurs, à leur tension, à la nature des roches et à la structure des couches géologiques de la contrée. On croit pouvoir aussi expliquer de cette manière les coups sourds simulant les coups de bélier qui accompagnent les secousses, leur violence, leur succession fréquente, leur retour dans les mêmes régions depuis bien des siècles, leur prédilection pour les contrées disloquées, surtout si les dislocations sont récentes, enfin leur subordination aux cassures profondes de l'écorce terrestre.

Cette théorie est battue en brèche par M. de Lapparent (1) et quelques autres auteurs, qui attribuent les tremblements de terre volcaniques à la contraction que doit nécessairement éprouver le noyau incandescent, par suite du refroidissement séculaire ; cette contraction produit un ridement à la surface extérieure du globe, et dans la croûte solide des crevasses et des sillons, dans lesquels la lave comprimée s'engage avec une intensité proportionnelle à la force de compression. La présence, dans ces cassures, de gaz et de vapeurs sous une pression considérable, détermine les tremblements de terre de la même façon que dans l'hypothèse marine.

MM. Thomson, Hopkins, Roche et d'autres, en soumettant certaines données au calcul, ont été conduits à penser que le noyau intérieur de la terre pourrait bien être solide (2). Ce noyau, sensiblement homogène avec une légère condensation au centre, serait surmonté d'une couche extérieure moins dense, et dans cette région, au-dessous de la croûte superficielle, se trouverait la nappe en fusion des géologues. Dans cette hypothèse, les grands

(1) *Traité de géologie*, 2e édition, p. 487.

(2) Ed. Roche. *La constitution intérieure de notre planète.* L'Astronomie, 1883, p. 249.

phénomènes géologiques sont dus aux réactions tant mécaniques que chimiques de la nappe en fusion sur l'écorce qui l'enveloppe ; spécialement une pression lente, continuelle et se propageant en tout sens, détermine la rupture ou le relèvement des couches aux points faibles, ainsi que les oscillations plus ou moins faibles de la surface. Les phénomènes volcaniques résultent d'actions chimiques ; car l'eau de la mer, parvenant à la nappe en fusion, se combine avec les principes de certaines roches qu'elle tend à décomposer.

Des causes multiples peuvent être assignées aux tremblements de terre que nous avons rangés dans la seconde catégorie, c'est-à-dire à ceux qui ne se rattachent nullement aux phénomènes éruptifs. Il y a d'abord les eaux souterraines, qui dans leur cours dissolvent les éléments de beaucoup de roches, ou bien imbibent les couches argileuses, les rendent molles et pâteuses, et occasionnent ainsi des glissements de terrains ; ensuite, dans les pays houillers, la transformation que le charbon subit encore sans cesse, car par suite du rétrécissement de la substance végétale, les couches supérieures finissent par s'affaisser. Une troisième cause réside dans les tassements qui se produisent souvent dans les terrains fortement disloqués, tassements d'autant plus fréquents que les dislocations sont plus récentes.

Dans les pays montagneux éloignés de tout centre d'activité volcanique et sujets aux commotions sismiques, comme la Suisse, l'origine des secousses paraît ne devoir être cherchée autre part que dans le phénomène orogénique lui-même. Un géologue suisse, M. Heim, qui a bien mis le fait en évidence, a cru pouvoir établir cette loi, admise également par MM. Suess et Dana, que les tremblements de terre constituent un des phénomènes de la formation des montagnes. En effet, les pressions latérales déterminent dans les couches supérieures de l'écorce ter-

restre une compression et une tension qui, à certains moments, donnent lieu à des cassures et à des glissements; ces déplacements se communiquant de proche en proche aux masses avoisinantes, ébranlent les parties massives et leur impriment un mouvement vibratoire capable de se propager jusqu'à la croûte extérieure.

M. de Rossi, qui s'est occupé avec un soin tout particulier des tremblements du sol de l'Italie, admet que les oscillations terrestres dans cette contrée sont dues à l'accumulation de masses immenses de vapeur aqueuse dans les cavités de la croûte superficielle. La formation de cette vapeur, vu la grande quantité d'eau qui s'infiltre de la mer et circule dans les fentes de l'écorce, ne suppose nullement l'existence d'un feu central : il suffit d'admettre la présence de foyers de chaleur très intense capable d'opérer des combinaisons chimiques entre éléments analogues venant par hasard en contact. Cette vapeur d'eau, portée à une tension fort élevée, tend à soulever l'écorce solide de la terre, mais loin de trouver une résistance efficace dans une enveloppe massive, elle n'y rencontre qu'un réseau de fractures, dont un grand nombre même sont reconnaissables à la surface extérieure. Elle force par conséquent les parties les plus faibles, suit les lignes de cassure préexistantes, en ouvre de nouvelles, et soulevant les bords elle y cause les secousses des tremblements de terre. La propagation de ces mouvements sismiques suit, d'après M. de Rossi, une règle générale qu'il a formulée en ces termes : toute secousse d'une ligne de fracture suit l'ondulation normale de ses bords.

Un nouveau système, proposé par M. Stanislas Meunier, indique comme cause principale des secousses la chute inopinée de blocs rocheux, imprégnés d'eau de carrière, dans les zones internes à température très élevée. « Le long des grandes cassures ou failles, dit M. St. Meunier, des blocs nécessairement se détachent, glissent et peuvent ainsi parvenir de la zone hydratée aux espaces incan-

descents où l'eau ne saurait subsister. A ce moment une grande force élastique est mise en liberté, qui suffit amplement pour expliquer avec facilité d'irrésistibles explosions, des détonations, des roulements et des mugissements formidables. Ces écroulements souterrains de blocs imprégnés d'eau se font naturellement d'une façon progressive, le long des chaînes de montagnes récentes, et avec les sifflements de machines à vapeur constatés par les études microphoniques de M. de Rossi. L'éruption volcanique avec laves, lapilli et cendres est un simple phénomène postérieur aux tremblements de terre, causé par le foisonnement des silicates surfondus qui ont incorporé l'eau à leur propre masse par une véritable occlusion. » Ce système aurait, d'après son auteur, l'avantage de fournir l'explication des tremblements de terre tant volcaniques que non volcaniques (1).

Il existe une troisième catégorie de tremblements de terre, comprenant tous ceux dont l'origine est incertaine. Dans beaucoup de cas, en effet, il est fort difficile de dire si les secousses proviennent d'une cause volcanique, ou bien s'il faut les rapporter à une origine mécanique ou chimique; de là les explications très diverses, pour ne pas dire parfois contradictoires, proposées pour rendre compte des commotions terrestres. Ainsi, les tremblements de terre si fréquents de l'Asie mineure, de la Grèce, du nord de l'Afrique et de l'Espagne sont-ils volcaniques ou non ? La commission espagnole, envoyée en Andalousie après le désastre du mois de décembre 1884, s'est prononcée pour la négative et y a vu un phénomène orogénique, tandis que M. Fouqué et ses collègues de la mission française ont soutenu l'affirmative et l'ont considéré comme une éruption avortée. De même, lors de la catastrophe d'Ischia, M. Palmieri attribua les secousses à des effondrements

(1) *Comptes rendus*, tome CII, p. 934.

souterrains; le P. Serpieri au contraire essaya de prouver qu'elles avaient pour cause une reprise lente, mais constante, dans l'activité de l'Epomeo, éteint ou plutôt inactif depuis l'an 1302.

Le tremblement de terre qui renversa Lisbonne le 1er novembre 1755 doit être rangé dans la même catégorie. Les tremblements de terre du Japon, du moins ceux qui n'accompagnent pas des éruptions volcaniques, paraissent s'y rapporter également. En effet l'archipel japonais est parsemé de volcans actifs; mais, d'un autre côté, on a trouvé que les secousses arrivant à Tokio et dans le reste de l'île de Niphon, ont leur point de départ dans une région située au large, entre le nord-est et le sud-est ou près du sud, tandis qu'elles proviennent très rarement de l'ouest; or il y a un mouvement prononcé d'exhaussement sur les côtes du sud et de l'est, au contraire celles du nord et de l'ouest s'enfoncent. D'ailleurs ce serait une erreur de ne prendre en considération dans l'archipel que les terres émergées : toutes ces îles sont autant de sommets d'une chaîne de montagnes unique dont la base se trouve à huit mille quatre cents mètres de profondeur, et dont les pointes les plus élancées atteignent une hauteur absolue de près de douze mille mètres. L'étude comparée des manifestations volcaniques et sismiques dans ces îles a conduit M. Milne à croire qu'il n'y a pas de rapports immédiats entre les paroxysmes des volcans et les tremblements de terre, par conséquent ces derniers seraient plutôt de nature orogénique comme ceux de la Suisse. Toutefois, vu la constitution géologique de ces pays, il serait prématuré de porter un jugement définitif sur cette question.

IV

Parmi les théories exposées plus haut et qui sont les principales quoique pas les seules, y en a-t-il une qui rend exactement compte des faits ? Y en a-t-il une qui repose sur des preuves assez solides pour pouvoir s'imposer, à l'exclusion des autres ? En toute rigueur, non ; cependant si les partisans d'aucune d'entre elles ne peuvent se flatter d'être en possession de la certitude, il ne semble pas impossible d'assigner à chacune de ces hypothèses un degré de probabilité relative.

D'abord deux explications paraissent devoir être admises comme fort probables, en attendant que des preuves plus concluantes se prononcent pour ou contre elles. C'est en premier lieu la théorie de M. de Rossi, fondée sur ses études microphoniques et sur la connexion découverte par lui entre les tremblements de terre et les mouvements microsismiques du sol ; mais on aurait tort, dans l'état actuel de nos connaissances, de vouloir généraliser, comme le propose M. St. Meunier, et appliquer à d'autres régions qu'à la côte méditerranéenne de la péninsule le résultat des patientes recherches de M. de Rossi.

L'hypothèse orogénique, admise par la commission sismologique de la Suisse, rend également bien compte jusqu'ici de l'ensemble des phénomènes sismiques et de leur répartition dans ce pays ; de plus, le sol helvétique n'ayant jamais été, même dans les âges antérieurs, le siège d'une activité volcanique quelconque les causes de cette nature doivent nécessairement être exclues.

Quant aux autres causes des tremblements de terre non volcaniques indiquées précédemment, elles pourront fournir, dans certaines circonstances particulières, une explication fort plausible des secousses, comme c'est le cas pour le bassin houiller de Mons et de Charleroi ; car il est presque certain qu'il ne faut chercher d'autre origine que

le tassement du charbon aux commotions éprouvées parfois dans ces régions.

Dans cette catégorie rentre encore la cause des désastres de Vernoï en 1887 et de Cachemire en 1886, c'est-à-dire un affaissement dans le sous-sol, peut-être un phénomène orogénique. La destruction de la ville de Charlestown (États-Unis) en 1886 s'y rapporte également.

La théorie de M. St. Meunier nous semble inadmissible; car les blocs rocheux qui se détachent des masses souterraines s'écroulant progressivement, doivent traverser successivement des milieux à température de plus en plus élevée et ont déjà perdu toute leur eau de carrière lorsqu'ils arrivent aux espaces incandescents ; par conséquent il ne peut s'y produire une libération subite de force élastique capable de secouer la surface terrestre.

Les théories des tremblements de terre volcaniques, c'est-à-dire l'hypothèse marine, celle de l'affaissement et celle du noyau solide, n'ont pas été provoquées, comme M. Fuchs le fait remarquer fort justement, par des recherches scientifiques exactes, mais sont le résultat de combinaisons spéculatives. Quel est en effet l'état du noyau interne de la terre ? Nous ne le savons pas, nous n'avons et peut-être nous n'aurons jamais le moyen d'en constater directement la nature. Il ne reste donc qu'à soumettre à un examen attentif certaines données fournies par la forme et l'état du globe, pour en déduire quelque conclusion relative à l'état de ce noyau, mais nécessairement celle-ci restera toujours hypothétique.

On a supposé que l'intérieur de notre planète était solide; car, d'après quelques-uns, l'hypothèse de la fluidité serait incompatible avec la valeur de l'aplatissement superficiel, tandis que ce dernier se concilierait avec l'hypothèse du noyau solide, si l'on tient compte que ce noyau s'est solidifié et a pris sa forme définitive sous l'influence d'une rotation moins rapide que celle dont la terre est animée. Or les géomètres ne s'accordent pas sur la valeur de cet

aplatissement ; il est donc dangereux, dit M. de Lapparent, de demander des conséquences si rigoureuses à la valeur d'un aplatissement qui n'a encore été mesuré que dans l'hémisphère nord, dont l'identité avec l'hémisphère sud est loin d'être démontrée (1).

La supposition d'un noyau liquide ou pâteux et à l'état d'incandescence s'accorde mieux avec les connaissances que nous possédons sur la forme et la densité moyenne de la terre ; et même, selon M. Folie, il ne serait plus permis de douter que tel ne soit réellement l'état intérieur de notre planète. En effet, la nutation diurne, que le savant directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles croit avoir découverte récemment, démontre, dit-il, d'une manière indubitable la fluidité intérieure du globe, car elle ne peut se concilier qu'avec l'existence d'une croûte solide relativement mince (plus du centième du rayon terrestre), et douée d'un mouvement plus ou moins indépendant de celui d'un noyau sphéroïdal, fluide tout au moins sous une certaine épaisseur à partir de la croûte. En raison de cette indépendance, celle-ci peut subir, dans son mouvement de rotation autour de ses pôles supposés immobiles, une avance ou un retard de 0.02 secondes en six heures, dépendant des positions occupées par le soleil et la lune par rapport au premier méridien, c'est-à-dire à celui suivant lequel l'épaisseur de la croûte est la plus considérable (2). Quoique cette théorie, confirmée par de nombreuses observations d'étoiles circumpolaires, faites dans ce but par M. Niesten, soit entièrement du domaine de l'astronomie, elle fournit cependant à la physique du globe plusieurs conclusions importantes dont les géologues devront désormais tenir compte ; spécialement pour la question des phénomènes volcaniques, éruptions et tremblements de terre, elle semble trancher la question dans un sens défavorable au système de

(1) *Traité de géologie*, p. 56.

(2) *Annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles*, 1888, pp. 290 et suiv. — 1889, pp. 291 et suiv. — *Comptes rendus*, tome CIV, p. 35.

MM. Roche et Thomson. Les deux théories volcaniques, prenant cet état de l'intérieur de la terre comme point de départ, devront donc être regardées au moins comme beaucoup plus probables que la précédente.

Trois faits servent de base à l'hypothèse marine : la situation des volcans dans le voisinage de l'Océan, la grande quantité de vapeur aqueuse dégagée pendant les éruptions, et l'identité des gaz rejetés avec les substances entrant dans la composition de l'eau des mers. On en a conclu que celle-ci devait s'infiltrer dans les roches et être ainsi la cause prochaine des éruptions et des tremblements de terre. Mais comment s'infiltre-t-elle et parvient-elle jusqu'à la lave avec les corps qu'elle tient en dissolution ? Comment vient-elle au jour la première sous forme de vapeur, alors qu'elle devrait pousser devant elle la matière fondue ?

Ces questions ainsi que d'autres objections sérieuses faites contre cette théorie ne recevant pas de réponse satisfaisante, nous préférons admettre l'hypothèse de l'affaissement : en rattachant le phénomène des volcans à l'état primitif du globe terrestre, elle simplifie le jeu des causes naturelles et échappe à la nécessité de faire appel à de nouveaux agents. L'origine des gaz dont la tension occasionne les ébranlements du sol, doit être cherchée en ce cas dans le refroidissement progressif du noyau interne, car ces gaz maintenus dès l'abord en dissolution dans la matière fluide, sous une pression et à une température fort grandes, s'échappent et s'accumulent actuellement à mesure que la chaleur du noyau diminue. Il nous semble en outre que cette explication peut invoquer en sa faveur la conclusion à laquelle sont arrivés M. Faye dans ses dernières études géodésiques, et M. Folie dans ses recherches sur la nutation diurne, à savoir que la croûte solide est plus épaisse sous les mers que sous les continents ; les pressions latérales seraient ainsi plus considérables et plus efficaces aux points de jonction des océans

avec la terre ferme, c'est-à-dire précisément sous les endroits de la surface où se rencontrent presque toutes les bouches éruptives.

V

Le principal résultat obtenu jusqu'ici par les catalogues des tremblements de terre a été la constatation d'un retour périodique dans leurs manifestations. Leur nombre aussi bien que leur intensité s'accroissent à certaines époques, tandis qu'à d'autres ils subissent une diminution sensible. Ainsi, d'après sir R. Mallet, chaque siècle a deux périodes de plus grande intensité, l'une au commencement, l'autre vers le milieu, suivies chacune d'un minimum très accentué.

Mais en dehors de cette première périodicité, plutôt soupçonnée que prouvée, il en existe une autre, sur la réalité de laquelle il n'est guère possible de conserver des doutes. C'est celle qui se rapporte aux différentes parties de l'année : certains mois semblent surtout favorables à la production des phénomènes sismiques, à savoir les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars, coïncidant avec l'époque la plus froide.

Sur un ensemble de 1131 tremblements de terre, M. Mallet en a trouvé 310 au mois de mars, 254 au mois de juin, 249 à la fin de septembre et 318 en hiver.

En examinant les 3249 tremblements de terre ressentis en Europe depuis le quatrième siècle jusqu'en 1843, M. Al. Perrey a trouvé qu'ils se répartissent de la façon suivante :

janvier	314	avril	222	juillet	205	octobre	238
février	257	mai	199	août	223	novemb.	219
mars	236	juin	195	sept.	205	décemb.	287

En les classant par saisons il a obtenu ces résultats :
Pour les saisons astronomiques :

Hiver (janvier, février, mars)	807
Printemps (avril, mai, juin).	616
Été (juillet, août, septembre)	633
Automne (octobre, novembre, décembre).	744

Pour les saisons météorologiques :

Hiver (décembre, janvier, février) . . .	858
Printemps (mars, avril, mai)	657
Été (juin, juillet, août)	623
Automne (septembre, octobre, novembre).	662

Comme on le voit, ces observations accusent un maximum très prononcé pour les mois de décembre et de janvier. Mais ce n'est pas seulement en les considérant dans leur ensemble, c'est-à-dire par rapport à toute une partie du monde qu'on arrive à ce résultat ; celui-ci ne change pas lors même que l'on consulte séparément chaque contrée assez souvent tourmentée par ces phénomènes.

Sur 656 secousses survenues en France jusqu'en 1845, M. Perrey a trouvé que celles du semestre novembre-mai sont à celles du semestre mai-novembre comme 3 est à 2. Dans le bassin du Rhin, depuis le neuvième siècle jusqu'en 1845, en prenant l'unité comme moyenne, le même savant a obtenu comme valeur pour les diverses périodes de l'année :

Hiver (décembre, janvier, février) . .	1.05
Printemps (mars, avril, mai)	0.66
Été (juin, juillet, août)	0.76
Automne (septembre, octobre, novembre)	1.53

En Italie, la répartition offre une légère différence :

Hiver	1.08
Printemps	1.08
Été	0.96
Automne	0.88

984 secousses ont été ressenties dans la péninsule italique, dont 453 se sont produites d'avril à septembre et 531 d'octobre à mars.

La même périodicité se reproduit dans les manifestations sismiques si fréquentes de la Suisse : celles des mois de mai, juin, juillet et août sont trois fois moins nombreuses que celles de décembre, janvier, février et mars. Les observations combinées de von Hoff, Merian et Volger assignent aux secousses de l'automne et de l'hiver une valeur de 63 à 67 p. c. Dans sa grande statistique de la Suisse, depuis le neuvième siècle jusqu'en 1857, Volger a classé 1230 secousses ou tremblements de terre, dont 461 sont survenus en hiver (déc., janv., fév.), 315 au printemps (mars, avril, mai), 141 en été (juin, juillet, août) et 313 en automne (sept,. oct., nov.) (1).

Les travaux de la Société sismologique du Japon confirment ces conclusions, et constatent également une recrudescence des phénomènes sismiques en automne et en hiver. Sur 387 tremblements de terre observés pendant deux ans (octobre 1881 — octobre 1883), 278 se sont produits en hiver, dont 195 durant les mois les plus froids, janvier, février et mars ; 109 seulement ont été ressentis en été. L'intensité des secousses survenues pendant la saison froide, a été à la même époque trois fois et demie plus grande que celle des secousses de la saison chaude.

Depuis le mois de décembre 1874 jusqu'au 10 décem-

(1) Nous n'avons eu à notre disposition qu'un nombre trop restreint des catalogues de M. Rockwood concernant l'Amérique, pour pouvoir en tirer une conclusion.

bre 1884, il y a eu dans les îles du Japon en moyenne 45 tremblements de terre par mois ; si on compare ceux de l'hiver à ceux de l'été, on trouve que le nombre des premiers atteint une valeur de 65 p. c., ce qui fait une différence en plus de 30 p. c. sur ceux de l'été.

Depuis 1878 jusqu'en 1882, un médecin de la marine militaire des États-Unis a relevé dans la même contrée 124 chocs sensibles, c'est-à-dire constatés en dehors de l'emploi des instruments, et qui se répartissent ainsi : 41 en hiver, 35 au printemps, 27 en été, 21 en automne. Les mois de février et de mars apparaissent pendant ces quatre ans comme étant les mois de plus grande activité ; août et septembre sont des mois de calme, coïncidant avec la période de plus grande activité cyclonique.

769 perturbations sismiques connues en Chine depuis les temps les plus reculés, donnent pour l'hiver 218 chocs, pour le printemps 203, pour l'été 179 et pour l'automne 169.

M. le professeur Fuchs, qui a dressé avec grand soin ses listes statistiques, est arrivé à la même conclusion : un maximum en hiver, un minimum en été ; par exemple, il a annoté 217 tremblements en 1882, c'est-à-dire 73 pour l'hiver (déc., janv., fév.), 56 pour le printemps, 35 pour l'été et 53 pour l'automne. Par contre, il en a trouvé l'année suivante 263, donnant un maximum en été, 68, tandis que l'hiver n'y figure que pour 56 ; mais ce maximum isolé et exceptionnel n'est évidemment pas de nature à infirmer les conclusions générales déduites de l'ensemble des autres années. En 1884, M. Fuchs a eu connaissance de 123 perturbations, dont 57 en hiver, 24 au printemps, 21 en été et 21 en automne.

Terminons ces citations, peut-être déjà trop longues, par l'exposé des résultats que nous avons obtenus nous-même en analysant les listes publiées par M. Detaille dans la revue *L'Astronomie*, à l'exception pourtant de celle de 1883 trop incomplète. Ces listes ont une valeur

incontestable, parce qu'elles contiennent des renseignements venus de tous les points du globe et fournis pour la plupart par des personnes qui ont été témoins des phénomènes.

Nous nous sommes servi dans nos calculs de la méthode employée par M. Perrey, c'est-à-dire que nous avons regardé comme distincts les tremblements de terre arrivés dans des régions différentes séparées par des contrées non ébranlées ; nous comptons ainsi pour un, deux, trois, etc. chaque jour de tremblement, suivant qu'il y a en ce jour des secousses dans une, deux, trois régions séparées ; de cette façon nous avons abouti au résultat suivant pour les saisons météorologiques :

	1884	1885 (2)	1886 (3)	1887
Hiver	44 = 23 p. c. (1)	111 = 33.4 p. c.	85 = 26 p. c.	62 = 20.6 p. c.
Printemps	47 = 24.6 „	87 = 26.2 „	60 = 18.5 „	64 = 21,2 „
Été	38 = 19.9 „	79 = 23.7 „	58 = 17.8 „	79 = 26.2 „
Automne	43 = 22.5 „	55 = 16.6 „	123 = 37.7 „	97 = 32 „

L'ensemble de cette période donne les proportions suivantes :

Hiver	302 = 26.7 p. c.	Été	254 = 22.4 p. c.
Printemps	258 = 22.8 „	Automne	318 = 28.1 „

Tous ces documents s'accordent donc à montrer une reprise accentuée dans l'activité des forces internes du globe pendant la partie la plus froide de l'année. Mais cette périodicité n'est suffisamment démontrée jusqu'ici que pour l'hémisphère boréal, sur lequel d'ailleurs se rencontre la très grande majorité des terres émergées. Quant à l'hémisphère austral, s'il y existe un maximum hiémal,

(1) C'est-à-dire 22 pour janvier et février 1884, plus 22, moyenne des quatre années, pour décembre 1883.

(2) Cette liste est évidemment incomplète pour le Japon, où il y a eu, en 1885, 482 secousses.

(3) Nous y avons ajouté 19 jours de tremblements non mentionnés dans la liste.

il doit se manifester d'avril à septembre, à cause du renversement des saisons ; toutefois les observations qu'on y a faites sont encore trop incomplètes ; de plus, à cause de la grande surface qu'y occupe l'océan, elles ne seront jamais aussi nombreuses que dans l'hémisphère boréal, et par conséquent l'on ne pourra jamais, pour cet hémisphère, formuler avec la même généralité une conclusion concernant l'alternative de maximum et de minimum dans l'apparition des tremblements de terre.

Quelques auteurs pensent qu'il existe une troisième périodicité, se traduisant par une recrudescence aux heures les plus froides de la nuit et une diminution aux heures les plus chaudes du jour. C'est ainsi qu'en Suisse, sur 502 tremblements de terre dont la date et l'heure sont connues, 182 seraient arrivés entre six heures du matin et six heures du soir, et 320 pendant la nuit. Le professeur Forel (1), en examinant les 430 tremblements de la statistique de Volger avant 1857, et les 266 relevés par la Commission sismologique suisse de 1875 à 1881, a trouvé un maximum de fréquence à trois heures du matin et un minimum vers une heure du soir, ou bien, d'une façon plus générale, un maximum peu après minuit et un minimum au commencement de l'après-midi.

Les listes de M. Detaille nous ont fourni le même résultat ; en annotant les secousses dont l'heure y est indiquée, nous avons (2) :

	1884	1885	1886	1887
Nuit (de 6 h. soir à 6 h. matin)	97 = 67 p.c.	190 = 70 p.c.	201 = 73.5 p.c.	268 = 67 p.c.
Jour (de 6 h. matin à 6 h. soir)	47 = 33 „	82 = 30 „	84 = 26.5 „	132 = 33 „
Matin (de minuit à midi)	90 = 60 „	141 = 53 „	146 = 51 „	206 = 56 „
Soir (de midi à minuit)	60 = 40 „	126 = 47 „	137 = 49 „	161 = 44 „

(1) *Les tremblements de terre orogéniques.* L'Astronomie, 1884, p. 17.

(2) Pour cette liste, nous avons donné dans nos additions la valeur 1 à chaque secousse mentionnée séparément, ainsi qu'à chaque tremblement de terre dont le nombre de secousses n'était pas indiqué.

Total des quatre années :

Nuit	756 = 68	p. c.	Jour	345 = 32	p. c.
Matin	583 = 54.7	»	Soir	484 = 45.3	»

Comme une simple inspection de ces listes le montre, il arrive plus de tremblements de terre la nuit que le jour ; il en arrive également plus le matin que le soir ; donc il y a un maximum entre minuit et six heures du matin, et un minimum entre midi et six heures du soir, ce qui est parfaitement conforme aux résultats obtenus par M. Forel.

Cependant nous ferons observer que l'existence de ce maximum nocturne ne doit être acceptée qu'avec grande réserve, car les documents cités plus haut sont encore peu nombreux et incomplets, et par conséquent insuffisants pour en conclure avec certitude à la réalité de ce retour périodique. De plus au Japon, où l'on constate l'augmentation hiémale, on n'a pas découvert jusqu'ici de relations entre les tremblements de terre et les diverses parties du jour ; enfin il ne faut pas oublier qu'une statistique doit toujours être dressée avec une extrême prudence, sous peine d'aboutir souvent à un résultat absurde.

On a encore voulu trouver, dans la manifestation des perturbations sismiques, une quatrième périodicité liée à certains phénomènes astronomiques, c'est-à-dire à la position relative du soleil, de la terre et de la lune.

M. Perrey avait trouvé que les 3249 tremblements de terre de l'Europe, depuis l'an 300 jusqu'en 1843, se répartissent ainsi

Solstice d'hiver (décembre et janvier)	601
» d'été (juin et juillet)	400
Équinoxe du printemps (mars et avril)	458
» d'automne (septembre et octobre)	443

L'examen des listes de M. Detaille pour les deux hémisphères nous a donné :

	1884	1885	1886	1887
Solstice d'hiver	33 = 30.3 p.c.	61 = 26.8 p.c.	67 = 40.3 p.c.	40 = 19.4 p.c.
Solstice d'été	21 = 19.3 „	62 = 27.2 „	32 = 19.3 „	59 = 28.6 „
Équinoxe du printemps	32 = 29.3 „	66 = 28.9 „	28 = 16.9 „	47 = 22.8 „
Équinoxe d'automne	23 = 21.1 „	39 = 17.1 „	39 = 23.5 „	60 = 29.1 „

La conclusion est nulle, car la première liste, donnant un maximum au solstice d'hiver, n'est que la reproduction du maximum hiémal déjà constaté antérieurement. Dans la seconde, il y a désaccord, deux années fournissent un maximum au solstice d'hiver, une l'assigne à l'équinoxe du printemps, et la dernière le place à l'équinoxe d'automne.

Une connexion avec les phases de la lune, signalée en premier lieu par M. Perrey, a été déduite du tableau suivant dressé par ce savant :

Périodes	Syzygies	Quadratures	Différence
1751 à 1800	1901	1754	147
1801 à 1850	3434	3161	273
1843 à 1872	8838	8411	427

Substituant à ces nombres leur valeur relative pour cent, nous avons trouvé :

Périodes	Syzygies	Quadratures	Différence
1751 à 1800	51 p. c.	49 p. c.	2 p. c.
1801 à 1850	52.5 „	47.5 „	5 „
1843 à 1872	51 „	49 „	2 „

M. de Lapparent, dans son magistral *Traité de Géologie*, indique seulement 5388 tremblements de terre étudiés, dit-il, par M. Perrey, soit 2761 aux syzygies et 2627 aux

quadratures, ou bien 51 p. c. pour les premiers et 49 p. c. pour les autres; le résultat, comme on le voit, est identique à celui de la précédente liste.

M. Forel a remarqué que, des 70 tremblements fournis par les observations actuelles en Suisse, 37 se sont produits dans les sept jours avant et après la syzygie, soit 53 pour cent, et 33 ou 47 p. c., dans les sept jours avant et après la quadrature. M. Julius Schmidt, dans sa statistique de 1776 à 1873, assure, sans toutefois donner de chiffres précis, qu'il y a un maximum à la nouvelle lune et deux jours après le premier quart, ainsi qu'un minimum au dernier quart. A ce point de vue aussi nous avons examiné les listes de M. Detaille et nous y avons trouvé :

Années	Syzygies (1)	Quadratures	Différences
1884	81 = 48.7 p. c.	85 = 51.3 p. c.	4 = 2.6 p. c.
1885	185 = 51.9 »	172 = 48.1 »	13 = 3.8 »
1886	147 = 47.9 »	161 = 52.1 »	14 = 4.2 »
1887	178 = 52.6 »	159 = 47.4 »	19 = 5.2 »

Total de ces quatre années :

591 jours ou 50.7 p. c. aux syzygies
577 » » 49.3 » aux quadratures
Différence : 14 ou 1.4 p. c.

Si nous prenons maintenant en considération la position de la lune dans le ciel, nous retrouvons à peu de chose près les mêmes valeurs. Ainsi, sur 186 secousses observées en Suisse, 98 sont arrivées, d'après M. Forel, lorsque la lune était au méridien, et 88 quand elle était à l'horizon, soit respectivement 53 et 47 p. c. M. Perrey a trouvé, pour les trois périodes indiquées plus haut :

(1) Syzygie = 1er, 4e, 5e et 8e octants; quadrature = 2e, 3e, 6e et 7e octants.

	Périgée	Apogée
1751 à 1800 :	526 = 53 p. c.	465 = 47 p. c.
1801 à 1850 :	1223 = 52.8 »	1113 = 47.6 »
1843 à 1872 :	3290 = 52 »	3015 = 48 »

La différence entre les périgées et les apogées est pour la première période de 6 p. c., pour la seconde de 5.2 p. c. et pour la dernière de 4 p. c.

Il y aurait aussi, d'après M. Julius Schmidt, un nombre plus considérable de secousses au périgée lunaire qu'à l'apogée, et d'après les observations faites pour l'Orient de 1200 à 1873, il y en aurait plus au périhélie de la terre qu'à l'aphélie (1).

Enfin M. de Parville a signalé une relation entre les secousses et les déclinaisons lunaires. « Depuis un siècle, dit-il, les tremblements de terre bien caractérisés correspondent assez exactement à des déclinaisons déterminées, au point qu'on pourrait, à l'annonce d'un tremblement de terre, en déduire la déclinaison de la lune. La loi se formulerait ainsi : les tremblements de terre se produisent soit à l'équilune, soit au lunistice, soit exactement quand le soleil et la lune ont la même déclinaison ; ils semblent se grouper de préférence autour des inclinaisons minima et maxima, de 18° à 19° et de 27° à 28° (2). »

Que faut-il conclure de toutes ces données? M. Flammarion (3) estime que les chiffres de M. Perrey ne laissent pas de doute sur la réalité de cette connexion avec les phases lunaires, quoiqu'il n'y ait entre les syzygies et les quadratures que la différence bien minime de 2 p. c.

(1) Dans une communication faite à l'Académie des sciences de Paris, en 1887, M. de Montessus, auteur d'un ouvrage sur les volcans de San Salvador, annonçait qu'il s'occupait à chercher « la corrélation entre les tremblements de terre et la situation et les mouvements de la lune ». Nous ne savons si les résultats de cette étude ont déjà été publiés.

(2) *Comptes rendus*. Tome CIV, p. 762.

(3) *Les tremblements de terre, explication et théorie*. L'ASTRONOMIE, 1885, p. 137.

M. Forel au contraire pense que, pour la Suisse, la différence de 6 p. c. est insignifiante et semble accidentelle. Ensuite les quatre années mentionnées plus haut, prises dans leur ensemble, présentent, il est vrai, une augmentation de 1.4 p. c. aux syzygies ; mais, considérées séparément, deux donnent un maximum aux quadratures avec une différence de 2.6 et de 4.2 p. c. En outre, si la relation avec les phases lunaires existe, elle doit avant tout être bien caractérisée dans les pays souvent ébranlés ; or les études détaillées auxquelles se sont livrés les sismologues japonais depuis plusieurs années, ont fourni une conclusion nettement défavorable à la théorie qui nous occupe, et ce résultat est d'autant plus significatif que les commotions terrestres affectent dans cet archipel une fréquence qu'elles ne montrent nulle part ailleurs.

Il est vrai que, d'après M. Folie, des marées doivent se produire nécessairement dans la masse fluide intérieure, avec une amplitude dépendant de la profondeur de la masse liquide et des vides intérieurs qui s'offrent à son déplacement ; mais ces marées intérieures ne peuvent pas être assez intenses pour imprimer des ébranlements à l'enveloppe du globe, car elles ne se produisent pas subitement, de façon que la matière liquide vienne frapper brusquement la surface inférieure de la croûte : obéissant à l'action croissante du soleil et de la lune, elle doit au contraire se déplacer d'un mouvement lent et continu. Ce mouvement pourra-t-il chaque fois donner lieu dans les parties solides à des dérangements se propageant jusqu'à la surface? Cela nous semble fort difficile à admettre. Enfin « le calcul démontre, dit M. Babinet (1), que la force soulevante de la lune ne produirait pas à beaucoup près l'effet que ferait le poids d'une couche d'un tiers de mètre d'épaisseur ; or personne n'admettra qu'un terrasse-

(1) *Études et lectures sur les sciences d'observation.* Paris, Mallet-Bachelier, 1857. Tome IV, p. 73.

ment de trente centimètres puisse disloquer les continents ».

Ne perdons pas non plus de vue que les forces attractives combinées du soleil et de la lune ne produisent en pleine mer qu'une dénivellation de 70 à 80 centimètres, valeur bien faible quand on considère la grande mobilité des éléments de l'océan. Il n'est donc guère possible, faute de preuves suffisantes, d'accepter la théorie des marées intérieures dues à l'action de la lune pour expliquer la production des tremblements de terre, et encore moins pour rendre raison de leur périodicité.

Il nous a toujours semblé que les recherches au sujet de cette connexion entre les secousses terrestres et les phases lunaires n'étaient pas exemptes d'un certain parti pris; on dirait qu'on admet *à priori* l'existence de cette relation, et qu'après cela seulement on recherche les coïncidences; or n'est-ce pas là prendre la thèse pour l'hypothèse et renverser les données du problème?

VI

L'observation attentive des tremblements de terre a montré que leur apparition coïncide d'une façon remarquable avec certains phénomènes naturels, tels que des courants magnétiques et électriques, des changements dans la pression barométrique, etc. Cette coïncidence est assez constante pour que certains auteurs aient cru pouvoir en inférer l'existence de relations entre ces différents phénomènes, sans toutefois pouvoir préciser si ce sont des relations de cause à effet.

M. de Rossi raconte dans sa *Météorologie endogène* que les Japonais connaissent depuis longtemps une connexion entre les secousses et le pouvoir attractif d'un barreau aimanté. Ils suspendent, dit-il, un aimant avec son

armature au-dessus d'un tam-tam; dès qu'une secousse tend à se manifester, la force attractive de l'aimant cesse ou faiblit, et l'armature en tombant sur l'instrument produit un son qui avertit les habitants d'un danger prochain. Le P. Bertelli, à Bologne, a démontré également, par un grand nombre d'observations, l'existence de cette relation. Selon M. de Rossi, cette influence magnétique s'exercerait principalement sur l'aiguille d'inclinaison et pourrait se faire sentir fort loin : par exemple, les tremblements du sol en Amérique seraient capables de dévier l'aiguille aimantée en Europe. Plus récemment M. Mascart a démontré, dans ses remarquables études sur le magnétisme terrestre, que les courants magnétiques observés lors des tremblements de terre ne se manifestent que postérieurement aux secousses.

M. C. André, directeur de l'observatoire de Lyon, a comparé les déviations produites dans la boussole de déclinaison par le passage, sur le disque solaire, de protubérances, de taches et de facules, à celles qui se manifestent lors des commotions terrestres, et il a trouvé que ces dernières sont d'une nature toute différente. Les premières durent parfois pendant plusieurs jours et atteignent la valeur d'un degré, tandis que les autres ne laissent sur les magnétographes que la trace d'une impulsion unique, absolument analogue à celle que produit chaque jour le courant électrique que l'on fait passer au voisinage des barreaux aimantés pour obtenir un point de repère fixe sur les courbes d'enregistrement. Il en a conclu que ces perturbations sont dues à un courant électrique engendré par la transformation de l'énergie terrestre qui a produit le tremblement de terre, et qui n'est en dernier lieu que l'énergie solaire ancienne emmagasinée dans le globe (1).

C'est à ce courant électrique que le P. Serpieri, direc-

(1) *Comptes rendus.* Tome CIV, p. 607.

teur de l'observatoire d'Urbino, attribue les mouvements insolites constatés chez les petits animaux à l'approche des secousses ; car l'onde sismique, venant des profondeurs de la terre, serait en retard sur l'onde électrique. Selon M. de Rossi, cette dernière serait due aux vibrations mécaniques des strates, mais le P. Serpieri est d'avis que la cause en réside plutôt dans les vapeurs aqueuses qui s'échappent des fissures de l'écorce terrestre, par conséquent dans un phénomène analogue à celui qui engendre l'électricité dans la machine hydro-électrique d'Armstrong.

Le lien qui pourrait unir les tremblements de terre à l'état de l'atmosphère est beaucoup moins apparent. Bien que les secousses coïncident fréquemment avec des dépressions atmosphériques, on ne peut cependant ériger en loi générale la remarque de M. de Rossi, « que le maximum de l'agitation sismique se produit assez exactement en même temps que les centres de dépression dans l'atmosphère » ; il y a en effet un grand nombre de cas où cette coïncidence ne s'est pas montrée, et le même savant a observé que les chocs considérables arrivent tout aussi bien lorsqu'une pression s'établit d'une façon assez brusque. Dans un bon nombre de tremblements de terre, il est difficile cependant de nier tout rapport avec l'état de l'atmosphère, mais celle-ci exerce-t-elle une influence directe sur le phénomène ? En d'autres mots, la diminution de poids d'une colonne d'air sur une surface donnée peut-elle faciliter l'activité de l'agent interne ? Ou bien cette influence n'est-elle qu'indirecte et accidentelle ? Il est impossible actuellement de donner une réponse satisfaisante à ces questions.

D'après M. Stoppani, la chute de la colonne barométrique ne ferait qu'indiquer une condition favorable aux secousses, mais ne serait nullement la cause de leur manifestation. M. de Rossi s'est demandé si les variations barométriques ne seraient pas plutôt une suite des tremblements

de terre ; il lui semble que les faits ne sont pas trop défavorables à cette manière de voir ; on pourrait en effet supposer alors que l'électricité, mise en liberté au moment de la secousse, produit une tempête atmosphérique qui occasionne à son tour des changements parfois notables dans l'état de l'air. En attendant qu'on ait pu recueillir à ce sujet un plus grand nombre d'observations, nous pouvons dire néanmoins que si les relations en question existent, on ne pourra jamais en tirer une loi applicable à toute la surface du globe. On sait en effet que c'est uniquement dans les contrées de latitude moyenne que le baromètre est influencé par l'état de l'atmosphère, tandis que sous les tropiques il n'est sujet qu'à des mouvements diurnes d'une régularité remarquable. Alexandre de Humboldt raconte qu'il a vu dans les contrées équatoriales la colonne barométrique rester immobile au milieu des plus violentes tempêtes.

Mentionnons encore, à titre de renseignement, une prétendue liaison entre les phénomènes sismiques et les glaces polaires, car on a cru remarquer que plusieurs grandes catastrophes ont coïncidé avec une accumulation extraordinaire de glaces au pôle ; et enfin une relation avec les explosions de grisou dans les mines. Le professeur O'Reilly, de Dublin, qui a appelé l'attention sur ce point, pense en effet qu'il y a pour les deux phénomènes un maximum au mois de mars ; seulement le maximum sismique de novembre ne coïncide pas avec une augmentation dans le nombre des explosions : cette augmentation n'a lieu qu'un mois plus tard. Cette dernière liaison peut être réelle en ce sens qu'un tremblement de terre est capable d'ouvrir dans les mines des fentes laissant échapper le grisou, mais cela suppose déjà des secousses assez fortes pour déranger les strates de l'écorce ; ensuite la superficie des exploitations minières est trop petite en comparaison de la surface ébranlée du globe pour autoriser une conclusion si générale.

Il n'y a donc en résumé qu'un seul phénomène avec lequel l'apparition des tremblements de terre semble avoir une connexion assez certaine, c'est l'alternative des saisons chaudes et froides ; mais la cause de cette périodicité est encore fort obscure. D'abord faut-il établir une distinction entre les tremblements de terre non volcaniques et les volcaniques ? Nous le pensons, car dans les listes données plus haut il a été fait mention d'un nombre assez restreint de tremblements de terre volcaniques ; ils sont même complètement exclus de plusieurs listes de M. Perrey, de celles de la Suisse et du Japon ; et quoique dans les catalogues de M. Detaille ils soient mêlés aux secousses non volcaniques, il est cependant aisé de voir qu'ils y sont en grande minorité. En outre M. Kluge (1), en classant par mois et par saisons toutes les éruptions volcaniques connues, a établi que ces crises, et par conséquent les tremblements de terre qui en sont inséparables, ont lieu surtout en été, et qu'elles sont, comme les taches solaires et les aurores boréales, sujettes à une périodicité de onze ans ; les éruptions seraient d'autant plus nombreuses que les taches solaires le sont moins, et d'autant plus rares que l'astre a l'atmosphère moins lumineuse. Pour ces motifs nous pouvons restreindre aux seuls tremblements de terre non volcaniques tout ce qui regarde la périodicité hiémale.

On a prétendu en trouver la cause dans un orage assez mal défini, qui au solstice de décembre frémirait surtout dans le sol, tandis qu'en été il éclaterait de préférence dans les airs. D'autres ont pensé avec plus de vraisemblance que l'abondance des précipitations atmosphériques entraîne une recrudescence dans l'activité sismique, et comme celles-là sont le plus abondantes dans les mois de l'hiver, c'est aussi à cette époque que les forces internes du globe agissent davantage.

(1) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1862. Cfr Reclus, *La Terre*, t. I, p. 665.

En dehors de ces explications assez vagues, nous ne connaissons qu'une seule tentative sérieuse faite par le Dr Knott, de l'université impériale de Tokio, pour rendre compte de ces retours périodiques. Le savant professeur commence par exclure tous les phénomènes purement terrestres, comme le refroidissement séculaire du noyau incandescent interne, la contraction et le ridement de l'écorce, ainsi que la distribution inégale des continents à la surface du globe. Ce peuvent être, dit-il, autant de causes des tremblements de terre, mais non de leur périodicité. Restent donc l'influence, attractive du soleil et de la lune et les variations météorologiques. La première ne semble pas suffisamment prouvée, et même M. Knott la croit incapable de produire les effets qu'on prétend lui attribuer. La seconde cause ne peut avoir une action directe sur la périodicité ; car parmi ces variations météorologiques, les unes, comme les changements de température, n'ont aucune influence, puisqu'elles ne se font plus sentir au delà de dix mètres de profondeur; d'autres, comme les tempêtes et les vents, sont inefficaces ; la terre en effet ne répond pas à leur action trop peu prolongée. Les indications du baromètre dans la localité ébranlée ne peuvent non plus mener à un bon résultat, car on ne peut admettre que le tremblement de terre soit causé par une force extérieure appliquée directement au lieu d'origine des secousses; au contraire il faut considérer cette force comme appliquée sur une grande surface dans laquelle le lieu d'origine se trouve compris.

Y aurait-il peut-être, à la période du maximum, un phénomène spécial, nécessaire et suffisamment prolongé dans ses différentes phases pour donner naissance à des forces auxquelles on doit raisonnablement supposer que la terre obéit ? Le professeur Knott pense le trouver dans les oscillations annuelles de la pression atmosphérique sur la mer et les continents. Par un temps froid, la pression est généralement élevée sur le continent et basse au-

dessus de la mer ; par un temps chaud, c'est le contraire qui arrive : le cyclone règne alors sur le continent et l'anticyclone s'établit sur l'océan. De là résultent des variations considérables et rapides se faisant principalement sentir aux limites des eaux et des continents.

Appliquant ces données au Japon, M. Knott trouve que ces conditions y sont réalisées, puisque l'archipel forme le trait d'union entre l'Asie et l'Océan Pacifique, par conséquent c'est dans son atmosphère que ces variations sont le mieux caractérisées. Il en est de même dans toutes les régions de la zone tempérée ; un mouvement de bascule identique s'y produit, et il est surtout accentué en hiver.

L'éminent professeur croit trouver dans la chute des neiges une cause encore plus puissante que les changements barométriques ; il pense que leur grande accumulation dans les latitudes élevées, surtout sur les continents comme en Sibérie, engendre des forces intenses affectant surtout les régions où cette accumulation cesse, ce qui arrive dans les districts littoraux. Cette explication toutefois n'est plus acceptable pour les latitudes plus basses, où les précipitations atmosphériques se font sous forme de pluie ; celle-ci ruisselle, mais ne s'entasse pas comme la neige.

Quoi qu'il en soit, dit M. Knott, il ne faut pas oublier que dans le cas d'une masse rigide, comme la terre, une force faible mais constante produit des effets plus considérables qu'un choc de courte durée.

Cette théorie fournirait une explication plausible de la périodicité hiémale, si le Japon était seul sujet aux commotions terrestres ; or comme le phénomène est général, il faut aussi que la cause en soit universelle. Cela ne se vérifie pas. Les pays intertropicaux doivent déjà, de l'aveu même de l'auteur, être exclus de la règle générale ; ensuite, parmi les autres régions souvent ébranlées, il en est peu qui remplissent les conditions réalisées au Japon : la Suisse, par exemple, n'a nullement une position iden-

tique à celle des îles de l'Extrême-Orient, c'est-à-dire entre un océan largement ouvert et un vaste continent. Pourrait-on même dire que l'Italie, plus avantageusement située, soit dans les conditions voulues ? Il serait difficile aussi d'établir une comparaison entre la Méditerranée et le grand Océan pour expliquer le phénomène sur les côtes de la Syrie et dans le nord de l'Afrique. Quant à l'accumulation des neiges dans les hautes latitudes, elle est certainement fort considérable en Sibérie et sur les plateaux de la Mongolie et de la Mandchourie ; mais ces pays à eux seuls ont une superficie supérieure à celle de l'Europe entière ; or dans celle-ci les neiges ne s'accumulent que sur les chaînes de montagnes, en Écosse, en Scandinavie, aux Alpes, aux Pyrénées, aux Apennins, etc., tandis que dans le reste de l'Europe leur séjour n'est pas assez prolongé ni leur quantité suffisante pour qu'on puisse y voir cette force faible mais constante dont l'action est nécessaire, d'après le professeur Knott, pour occasionner la périodicité hiémale.

Les neiges qui tombent sur les montagnes demeurent, il est vrai, plus longtemps et y produisent certainement une augmentation de poids. Toutefois les neiges permanentes, précisément en raison de leur séjour continuel, étant incapables d'influencer la périodicité, ce n'est que la quantité tombant annuellement qui peut occasionner la recrudescence des tremblements de terre. En outre, plus cette dernière quantité est grande, plus les glaciers descendent vers les plaines : n'y a-t-il pas là une compensation au moins partielle, et a-t-on constaté que le nombre et l'intensité des secousses soit en rapport direct avec l'abondance des neiges ? Nous ferons observer également que si l'on attribue la cause du retour périodique des tremblements de terre à un phénomène hiémal, celui-ci ne doit pas être seulement nécessaire et suffisamment prolongé ; son influence doit encore se faire sentir assez rapidement, sans cela le maximum se produira après

l'hiver. Nous accordons qu'il n'y a pas là de difficulté pour le Japon, puisqu'il neige dans les hautes latitudes asiatiques pendant plus de la moitié de l'année, mais en est-il de même en Europe? Enfin dans l'hémisphère austral, il n'y a aucune contrée, excepté les régions antarctiques, où les deux phénomènes invoqués par le Dr Knott se produisent dans les mêmes conditions qu'au Japon.

Comme il serait absurde d'assigner à ce retour périodique des commotions terrestres dans les divers centres d'ébranlements, des causes de nature différente ayant toutes le même effet constant et uniforme, il est de toute nécessité que la raison de la périodicité, cherchée à l'intérieur ou à l'extérieur du globe, soit un phénomène général, commun à toute la croûte de la terre ou du moins aux parties fracturées et disloquées, reconnues comme étant les plus sujettes aux ébranlements.

VII

Ce ne sont pas exclusivement des considérations théoriques, comme les précédentes, qui ont stimulé dans leurs recherches les sismologues et principalement, comme nous le disions plus haut, les membres de la Société sismologique du Japon. Puisque leur pays se trouve dans des conditions exceptionnelles sous le rapport des secousses, ceux-ci ne se sont pas bornés à étudier le côté théorique de la question par le désir si grand dans l'homme d'augmenter ses connaissances ; non, ils se sont placés aussi au point de vue utilitaire, et ont essayé de formuler des principes architectoniques, dont la mise en pratique pourrait prévenir ou du moins diminuer les suites souvent funestes des tremblements du sol.

Est-ce à dire qu'on n'ait pas cherché avant notre époque à se préserver de ces terribles catastrophes ? Assurément non ; leurs effets destructeurs sont trop con-

sidérables pour que de tout temps les peuples n'aient pas songé à s'en garantir. M. de Rossi en a trouvé la preuve, entre autres dans l'alignement et le mode de construction de plusieurs monuments situés au Forum romain ; car en étudiant la propagation des tremblements de terre dans le Latium, il s'est aperçu que les lois de cette propagation établies par lui étaient déjà connues des anciens architectes romains, et il attribue la conservation de ces bâtiments à la résistance qu'ils ont pu opposer aux secousses, grâce à l'observation de ces lois.

L'expérience a enseigné de même que les puits et les excavations du sol éteignent les ondes sismiques, et pour ce motif, dans plusieurs pays sujets aux tremblements de terre, il n'est pas rare de voir les habitations entourées d'un fossé.

Il serait trop long et sans intérêt d'énumérer ici tout ce qu'on a entrepris au Japon dans le but de découvrir les meilleures conditions de sécurité pour les habitations. Contentons-nous de mentionner quelques expériences principales, capables de faire apprécier suffisamment l'importance des travaux accomplis dans cet archipel.

Avec des sismographes identiques, placés aux sommets d'un triangle ayant 800 pieds de côté, M. Milne a découvert qu'à une extrémité la secousse avait été assez forte pour ébranler une maison, tandis qu'aux deux autres la commotion avait été faible. Il a découvert de même que des portions déterminées d'une surface ordinairement ébranlée sont relativement exemptes de chocs violents, et que l'activité sismique se trouve condensée dans certaines autres. Par conséquent, conclut-il, avant de commencer à bâtir une demeure, faites un levé sismique du terrain ; examinez non pas si vous jouirez d'une vue agréable, si vous habiterez à proximité de la gare, de l'église, de vos bureaux, etc., mais bien plutôt si le sol, sur lequel vous vous proposez d'élever votre maison, fait partie de ce qu'on pourrait appeler une oasis à l'abri des secousses, de

façon que l'édifice reste debout lorsque les environs sont bouleversés par l'activité souterraine. C'est ce que M. Milne a fait pour sa propre habitation : ayant choisi un terrain à surface triangulaire, de 800 à 900 pieds de côté, il y a placé dans des conditions semblables plusieurs sismographes enregistreurs identiques. Mis les uns à côté des autres, ces instruments donnaient les mêmes indications et inscrivaient identiquement le mouvement absolu du lieu où ils se trouvaient. Or après dix-huit mois d'observations, le Dr Milne s'est aperçu que tous les instruments disposés à l'intérieur de ce triangle avaient donné des indications différentes quant à la direction, l'amplitude, la période, le maximum de vitesse et l'intensité des secousses; donc si ces sismographes avaient été confiés à divers observateurs, ils auraient fourni les éléments d'autant de relations différentes d'un même phénomène (1).

En règle générale, le mouvement du sol est le moins sensible dans le terrain rocheux, tandis qu'il est invariablement le plus considérable dans le terrain sablonneux. La vitesse maxima à un point donné d'un terrain rocheux, comparée à celle d'un autre point situé sur un sol meuble, est à cette dernière en moyenne comme un est à cinq ; leur maximum d'accélération est respectivement dans le même rapport que 1 et 2, 4 : donc un bâtiment élevé sur le premier point résisterait à une secousse qui détruirait une maison bâtie sur le second.

Le mouvement communiqué à un édifice par une secousse terrestre peut encore être diminué, en établissant celui-ci sur des fondations profondes dont les côtés ne sont pas en contact avec le reste du terrain. Il est résulté en effet d'expériences faites dans un puits profond de dix pieds, qu'à certains tremblements de terre, l'am-

(1) J. Milne. *Appendix to " Recherches sur les tremblements de terre au Japon ".* Spécialement imprimé pour le Congrès géologique de Berlin. Berlin, 1885, p. 10.

plitude du mouvement au fond n'était que la 43e partie, le maximum de vitesse la 52e, et le maximum d'accélération que la 82e des valeurs obtenues en un endroit situé à la surface et distant seulement de vingt pieds. S'il n'est donc pas possible de bâtir sur la roche dure, on peut y suppléer en employant des fondations dans les conditions énoncées.

M. Milne indique encore une autre méthode pour garantir les maisons : c'est de les asseoir sur des pièces de fonte de six millimètres de diamètre. Il s'est fait construire une demeure en bois assise sur de pareilles pièces, et l'expérience lui a montré qu'à l'intérieur les vibrations sont beaucoup moins sensibles qu'à l'extérieur.

En résumé, il est donc possible d'élever des constructions sinon tout à fait à l'abri des tremblements de terre, du moins dans des conditions telles qu'elles échappent souvent aux désastres. Il suffit à cet effet de tenir compte de certaines règles, dont les principales ont été formulées par M. Milne dans les trois points suivants (1) : 1. Construire les édifices de façon qu'ils puissent résister aux forces horizontales et ne pas se contenter de les garantir contre celles qu'engendre la pesanteur. Cela suppose que le principal mouvement du tremblement de terre est horizontal et que le vertical est faible ; or il en est généralement ainsi, excepté dans le voisinage immédiat de l'épicentre. Pour ce motif il faut éviter les voûtes arquées en briques, car bien qu'elles résistent aux effets de la pesanteur, elles cèdent aux forces sismiques horizontales et sont lézardées à la première secousse. Il est tout aussi imprudent de percer dans un mur plusieurs portes ou fenêtres sur une même verticale, parce que celle-ci sera ordinairement une ligne de plus faible résistance. Il faut donner aux murs pleins une direction parallèle à celles des secousses, et aux murs percés d'ouvertures une direction perpendiculaire.

(1) *Loc. cit.*, p. 17.

2. Éviter de rejoindre par des liens puissants les parties d'un édifice qui, en raison de leur emplacement ou de leur nature, ont des périodes de vibration différentes : ainsi ne jamais construire une cheminée en briques passant par une toiture en bois et en contact avec elle. M. Milne attribue à l'inobservance de ce point la destruction de Yokohama le 20 février 1880. Si différentes parties d'une maison doivent nécessairement être en contact, il est préférable de relier les uns aux autres les planchers de chacun des étages, d'un bout à l'autre et d'avant à l'arrière, par des tiges en fer et en acier. Des tiges semblables placées verticalement dans les murs pourront offrir une garantie contre les secousses verticales. Ces principes ont été observés dans la construction des maisons à l'epreuve des secousses (earthquakeproof houses), dont il existe un certain nombre à San Francisco, Tokio et Yokohama. 3. S'efforcer de placer le centre d'inertie d'un édifice aussi bas que possible. C'est pour ne pas avoir tenu compte de cette circonstance que la légation anglaise à Tokio vit ses bâtiments presque entièrement renversés le 15 octobre 1884. En effet, lorsque le sol tremble, les murs se mettent en vibration, tandis que la toiture s'efforce de rester en place ; si alors le poids de cette dernière est assez grand, des lézardes deviennent inévitables. Il est dangereux par conséquent de placer à la partie supérieure des maisons des tuiles, des balcons, des ornementations, des balustrades, etc., ayant un grand poids ; au contraire, l'emploi de briques creuses pour les étages diminuera beaucoup le danger d'un écroulement sans nuire à la solidité de l'édifice.

D'autres précautions, par exemple : donner peu d'élévation à la toiture et aux cheminées, consolider les angles des maisons, se servir de bambou ou de bois comme matériaux de construction, etc., pourront rendre la résistance aux secousses plus efficace et écarter davantage tout danger.

Ces quelques exemples suffisent. Ils montrent assez combien sont considérables et pratiques les études sismologiques modernes. Ceux qui s'y sont voués, bien qu'il leur ait été impossible d'éclaicir toutes les questions, peuvent néanmoins se féliciter des résultats auxquels ils sont déjà parvenus, d'autant plus qu'en augmentant nos connaissances théoriques sur les forces et le mode d'action dont le Créateur a pourvu la nature, ils ont en même temps acquis des titres à la reconnaissance de la société humaine en l'aidant à se prémunir contre les effets désastreux des tremblements de terre.

F. Dehert, S. J.

LE VOL CHEZ LES VERTÉBRÉS [1]

D'une manière générale, on désigne sous le nom de *Vertébrés* les animaux dont le squelette est constitué par de véritables os. Les pièces les plus caractéristiques de cette charpente osseuse sont les *vertèbres*. Ce sont des os, petits par rapport à presque tous les autres éléments du squelette, placés l'un à la suite de l'autre et embrassant la moelle épinière. Leur ensemble constitue la colonne vertébrale ou épine dorsale.

Pour les faire connaître par des exemples, nous dirons encore que les Vertébrés comprennent : les Mammifères (ex. : chien), les Oiseaux, les Reptiles (ex. : lézard), les Batraciens (ex. : grenouille) et les Poissons.

Tous les autres animaux peuvent être réunis en un groupe, artificiel, mais commode, qu'on appelle *Invertébrés*. Le point essentiel chez eux, outre l'absence d'un squelette tel que celui des Vertébrés, c'est qu'ils ont le système nerveux le long du ventre et non le long du dos.

Les Invertébrés sont les Protozoaires (ex. : infusoire, nummulite), les Porifères (ex. : éponge), les Cœlentérés (ex. : corail), les Vers (ex. : ver de terre), les Échino-

(1) Conférence faite, le 2 mai 1889, à l'assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles.

dermes (ex. : étoile de mer), les Arthropodes (ex. : insecte, écrevisse, araignée), les Mollusques (ex. : huître, limaçon), les Brachiopodes (ex. : spirifer), les Bryozoaires et les Tuniciers.

Les Vertébrés vivants et fossiles forment un vaste embranchement. Ces êtres, extrêmement nombreux, sont aussi extraordinairement variés. Les uns sont exclusivement aquatiques, comme la plupart des Poissons ; les Ichthyosaures, les Plésiosaures et les Mosasaures, parmi les Reptiles ; les Cétacés et les Siréniens dans les Mammifères. D'autres sont amphibies : tels sont les Phoques ; d'autres sont terrestres : ce sont presque tous les grands animaux qui nous entourent ; d'autres sont souterrains, comme la Taupe ; d'autres, enfin, sont aériens : les Oiseaux en sont le meilleur exemple.

C'est des Vertébrés aériens que je me propose de traiter plus particulièrement dans cet article.

Remarquons, d'abord, qu'il n'en est point d'exclusivement aériens, c'est-à-dire qui séjournent incessamment dans l'air, comme il en existe d'autres qui restent toujours soit à la surface de la terre, soit au sein des eaux.

Quoi qu'il en soit, l'étude des Vertébrés aériens peut être considérée à deux points de vue : au point de vue *physiologique* et au point de vue *morphologique*.

Dans le premier, qui est celui considéré par MM. Marey (1) (l'éminent professeur du Collège de France), Muybridge, Pettigrew (2), etc., dans leurs remarquables travaux, où la photographie est intervenue d'une manière si heureuse, on étudie comment fonctionne l'organe du vol chez un animal déterminé.

Dans le second, qui est le seul auquel nous nous pla-

(1) J. Marey. *La machine animale. Locomotion terrestre et aérienne.* Bibliothèque scientifique internationale. 1 vol 8°, avec 132 figures. Paris, F. Alcan.

(2) Pettigrew. *La locomotion chez les animaux.* Bibliothèque scientifique internationale. 1 vol. 8° avec 130 figures. Paris, F. Alcan.

cerons, on s'occupe de la structure des organes du vol et on compare entre eux ces organes. On recherche, notamment, comment les membres de la forme ancestrale commune se sont transformés pour donner les divers types d'ailes.

Cela posé, il faut encore distinguer deux sortes de vol : le *vol passif* et le *vol actif*.

Le vol passif n'est, à proprement parler, qu'un saut vertical prolongé, et l'organe mis en jeu pour le réaliser est un véritable parachute. C'est celui qu'on observe en particulier chez l'écureuil volant.

Le vol actif est le vol au sens ordinaire du mot. Non seulement l'animal qui en est doué peut ralentir sa descente, mais encore il peut s'élever et se diriger dans les airs. Tels sont les Oiseaux et les Chauves-souris, pour ne mentionner que des Vertébrés actuels.

Les *Poissons* présentent des formes douées du vol passif, mais aucune du vol actif. Les *Batraciens* ne renferment aucun type aérien, car, comme me le fait remarquer mon excellent ami M. G. A. Boulenger, si compétent en ces matières, on ne peut admettre que le *Rhacophorus* cité par M. A. R. Wallace et reproduit si souvent depuis d'après lui soit un animal doué du vol même passif. Les *Reptiles* nous montrent encore aujourd'hui des espèces jouissant du vol passif, et ont eu, durant les temps géologiques, un groupe important possédant le vol actif. Par contre, les *Oiseaux* n'ont plus de nos jours que le vol actif (si on excepte les formes dégradées sur lesquelles je reviendrai plus loin), tandis qu'ils ont eu jadis le vol passif. Quant aux *Mammifères*, ils ont, même actuellement, à la fois le vol passif et le vol actif.

Mais ce n'est pas tout. Après avoir séparé le point de vue physiologique du point de vue morphologique, et après avoir distingué le vol passif du vol actif, il faut encore, dans un autre sens, traiter à part le vol à l'aide d'une *membrane* et le vol à l'aide de *plumes*.

Dans le premier, où il existe un patagium (système de membranes) tendu entre les membres et le corps ou entre divers segments des membres, le segment terminal des membres, ou bien conserve sa forme primitive de patte terrestre (surtout dans le vol passif), ou a une tendance à s'étaler (principalement dans le vol actif), mais, en tout cas, ne se réduit pas : c'est le genre d'appareil réalisé chez les Mammifères, les Reptiles et les Poissons.

Dans le second, où des productions épidermiques (plumes) s'étalent appuyées sur la charpente osseuse, le segment terminal des membres subit une réduction, une concentration qui le transforme finalement en une sorte de moignon, même chez les types les mieux doués : c'est ce qu'on voit chez les Oiseaux.

Pour terminer ces considérations générales, quelques mots sur l'*évolution du vol*. Il ne peut y avoir de doute que les animaux voiliers (sauf les Poissons qui se sont adaptés directement) ont d'abord, très anciennement, été aquatiques. Ils sont ensuite devenus amphibies, puis terrestres, et, dans ce dernier cas, marcheurs, sauteurs, coureurs, fouisseurs, rampants, etc. Un certain nombre des marcheurs et des sauteurs se sont ensuite adaptés à la vie arboricole. Et c'est là que, pour les protéger dans leurs sauts (de branche en branche ou des arbres sur le sol), s'est développé le parachute (membrane ou plume) qui leur a donné le vol passif. De ce parachute s'est graduellement formée l'aile, qui a transformé le vol passif en vol actif. Telle est l'évolution ascendante du vol jusqu'à son apogée.

Les Mammifères nous montrent tous les stades de cette évolution pour le vol à l'aide d'une membrane. Nous sommes moins bien renseignés en ce qui concerne le vol à l'aide de plumes. Cependant, parmi les Oiseaux, l'Archéoptéryx n'a guère dépassé le vol passif, et il nous fournit au moins un anneau de la chaîne que nous pouvons prévoir pour notre second groupe.

Mais la transformation d'un type terrestre en voilier est réversible. Cette nouvelle phase de l'évolution du vol en est la période descendante ou de dégradation. Les ailes peuvent se réduire, devenir inutilisables pour le vol et même disparaître : leur possesseur ou ses descendants retournent alors à l'état de marcheurs, de sauteurs, etc. Les Oiseaux vivants et fossiles nous exhibent, à leur tour, tous les stades de cette évolution. Par contre, nous ne connaissons pas la dégradation du vol avec une membrane, et les types disparus, dans ce dernier groupe, semblent l'avoir été par simple extinction et à l'apogée de la puissance du vol.

Ces données générales étant établies, je reprendrai, d'une manière détaillée, l'examen des types les plus intéressants, parmi ceux qui sont doués du pouvoir de voler, soit activement, soit passivement, soit à l'aide de membranes, soit avec des plumes. Ce sont :

I. Les Poissons volants.
II. Les Dragons volants.
III. Les Ptychozoons.
IV. Les Ptérosauriens.
V. Les Mammifères à parachutes.
VI. Les Cheiroptères.
VII. L'Archéoptéryx.
VIII. Les Oiseaux voiliers.
IX. Les Oiseaux non-voiliers.

I

LES POISSONS VOLANTS.

Il est inutile que nous définissions scientifiquement les Poissons, en particulier parce que chacun, au moyen d'exemples présents à la mémoire de tous, se fait une idée plus ou moins nette de ce que sont ces animaux.

Mais pour faire comprendre les relations des Poissons volants, il est indispensable que nous exposions, au moins brièvement, la classification de ces animaux. Nous suivrons en cela l'excellente *Introduction to the Study of Fishes* (1) (à laquelle nous avons déjà fait jadis de nombreux emprunts) du Dr A. Günther, l'éminent conservateur du département zoologique au British Museum (et sans nul doute l'ichthyologiste contemporain le plus compétent), sauf en ce qui concerne le groupe des *Palæichthyes,* de l'homogénéité duquel nous ne sommes pas suffisamment convaincu.

Les Poissons se divisent en:

1. *Leptocardes.* Ce groupe, qui ne renferme que le petit *Amphioxus,* est caractérisé par un squelette membrano-cartilagineux, où il n'existe pas de vertèbres. La notochorde y est persistante. Il n'y a point de côtes. Le cerveau manque. Le cœur est remplacé par des sinus contractiles. Le sang est incolore. La cavité respiratoire est confluente avec la cavité abdominale. Les fentes branchiales sont extrêmement nombreuses, et l'eau introduite pour la respiration est expulsée par une ouverture située en avant de l'anus. Il n'existe point de mâchoires.

Ces animaux sont aussi éloignés des Vertébrés qui leur sont le plus proches que ces derniers le sont, en remontant l'échelle, de ceux qui leur sont le plus éloignés.

2. Les *Cyclostomes*, qui renferment en particulier les *lamproies*, ont un squelette cartilagineux, avec notochorde persistante, et ne possèdent pas de véritables mâchoires. Leur crâne n'est pas distinct de la colonne vertébrale. Ils manquent de membres. Les branchies ont la forme de sacs, au nombre de six ou sept de chaque côté, et il n'y a pas d'arcs branchiaux. Il n'y a qu'une ouverture nasale, impaire. Le cœur est dépourvu de bulbe artériel. La bouche est antérieure ; elle est surmontée d'une lèvre

(1) A. Günther. *An Introduction to the Study of Fishes.* Edinburgh, 1880. Adam and Charles Black. 8°, 720 pp. et 321 grav. dans le texte.

circulaire ou semi-circulaire, destinée à permettre la succion. Le tube digestif est droit, simple, sans appendices (ni pancréas, ni rate). Les nageoires verticales sont soutenues par des rayons.

3. Les *Chondroptérygiens*, qui comprennent les *requins*, les *raies* et les *chimères*, ont un cœur pourvu d'un cône artériel contractile, un intestin muni d'une valvule spirale, un squelette cartilagineux. Ils ont des nageoires paires et impaires; leurs nageoires paires postérieures sont abdominales, c'est-à-dire situées en arrière des nageoires paires antérieures, ce qui, quelque singulier que cela puisse paraître, n'est pas toujours le cas, comme nous le verrons tout à l'heure. La queue est fréquemment hétérocerque, c'est-à-dire, que son lobe supérieur est plus long que l'inférieur. Les branchies sont attachées à la peau par leur bord externe et séparées par des fentes branchiales. Il n'y a pas d'opercule les recouvrant. Il n'existe pas non plus de vessie natatoire. Il y a deux, trois, ou un plus grand nombre de séries de valvules dans le cône artériel. Les œufs de ces animaux sont grands et peu nombreux; ils se développent parfois entièrement dans le corps de la mère. Les embryons des Chondroptérygiens sont pourvus de branchies externes caduques. Enfin, les mâles de ces poissons ont des organes copulateurs.

4. Les *Ganoïdes*, auxquels appartient notamment l'*esturgeon*, ont un squelette cartilagineux ou ossifié. Leur corps est pourvu de nageoires paires et impaires, et la seconde paire des premières est abdominale, de même que chez les Chondroptérygiens. Les branchies sont généralement libres; il est rare qu'elles soient, même partiellement, fixées aux parois de la cavité branchiale. Il n'y a qu'une ouverture branchiale de chaque côté de la tête, et il existe un opercule. La vessie natatoire est pourvue d'un conduit pneumatique. Les œufs des Ganoïdes sont petits et, contrairement à ce qu'on voit chez les Chondroptérygiens, sont fécondés après l'expulsion du corps de la mère. Les

embryons des Ganoïdes sont, parfois, munis de branchies externes.

5. Les *Dipneustes*, qui ne contiennent plus aujourd'hui que le *Lépidosiren*, le *Protoptère* et le *Cératodus*, sont très voisins des Ganoïdes. Leurs narines sont paires et placées plus ou moins dans la bouche. Leurs membres ont un squelette axial. Ils possèdent à la fois des poumons et des branchies. La notochorde est persistante chez eux. Ils n'ont pas de rayons branchiostèges.

6. Les *Téléostéens*, ou vrais poissons osseux, dans lesquels viennent se ranger la plupart des poissons que nous voyons communément, comme le *maquereau* et le *hareng*, par exemple, ont un cœur pourvu d'un bulbe artériel non contractile. Leur intestin est dépourvu de valvule spirale. Leur squelette est ossifié et montre toujours des vertèbres osseuses complètement formées. Leur colonne vertébrale finit dans la queue par le type diphycerque (symétrique vrai) ou homocerque (symétrique apparent). Leurs nageoires paires postérieures peuvent manquer ou être situées soit en arrière, soit à la même hauteur, soit en avant des nageoires paires antérieures.

Il n'existe point de poissons volants parmi les Leptocardes, les Cyclostomes, les Chondroptérygiens, les Ganoïdes et les Dipneustes; les Téléostéens seuls nous en offrent des exemples. Examinons donc ceux-ci d'un peu plus près.

Selon le Dr Günther, les Téléostéens peuvent être divisés en six ordres : les Acanthoptérygiens proprement dits, les Acanthoptérygiens pharyngognathes, les Anacanthiniens, les Physostomes, les Lophobranches et les Plectognathes. Mais, étant donné le but que nous poursuivons et pour ne point compliquer les choses par la définition de ces nouveaux sous-groupes, nous nous contenterons de séparer les Téléostéens, à la manière du

professeur E. Hæckel (1), en Physostomes et Physoclistes.

Les *Physostomes* sont les Téléostéens les plus primitifs. Chez eux, la vessie natatoire, lorsqu'elle existe, est toujours pourvue d'un conduit aérien. Tous les rayons de leurs nageoires, à l'exception d'un seul au plus, sont élastiques. Leurs nageoires ventrales, lorsqu'elles ne sont point disparues, sont placées en arrière des nageoires pectorales.

Le Hareng et le Brochet sont de bons exemples de Physostomes.

Les *Physoclistes*, au contraire, sont plus spécialisés. Chez eux, la vessie natatoire, lorsqu'elle existe, est toujours privée de conduit aérien. Une partie des rayons de leur nageoire peuvent être transformés en épines *(Acanthoptérygiens)*. Leurs nageoires ventrales peuvent être placées en arrière, au même niveau ou en avant des nageoires pectorales, ou même manquer.

Le Maquereau et le Trigle (qu'on nomme rouget à Bruxelles) sont de bons exemples de Physoclistes.

Les *Physostomes* nous offrent un exemple de poisson volant : l'Exocet *(Exocœtus)*. Les *Physoclistes* (division des Acanthoptérygiens) nous en présentent un autre : le Dactyloptère *(Dactylopterus)*.

L'EXOCET *(Exocœtus)* appartient à la famille des *Scombresocidæ*, qui est caractérisée par un corps couvert d'écailles, dont une série, de chaque côté du ventre, est carénée. Le bord de la mâchoire supérieure est formé par l'intermaxillaire (au milieu) et par les susmaxillaires (de chaque côté). Les pharyngiens inférieurs sont soudés en un seul os. La nageoire dorsale est opposée à l'anale et appartient à la portion caudale de la colonne vertébrale. Il n'y a point de nageoire adipeuse. La vessie natatoire est généralement présente, simple, quelquefois celluleuse

(1) E. Hæckel. *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. Berlin, 1872. 1 vol. 8°, 688 pp., 15 pl., 19 gr. d. l. texte, etc.

et, naturellement, sans conduit aérien. Les pseudobranchies sont cachées et glandulaires. L'estomac n'est pas distinct de l'intestin qui est droit et dépourvu d'appendices.

Les poissons de la famille des *Scombresocidæ* sont principalement marins. Quelques-uns vivent en pleine mer : d'autres pourtant habitent les eaux douces. Beaucoup de ces derniers sont vivipares, tandis que toutes les formes marines sont ovipares. Ils ne quittent pas les zones tropicale et tempérée. Ces animaux sont carnivores.

Le Dr Günther cite cinq genres de *Scombresocidæ* dans son *Introduction to the Study of Fishes*. Ce sont : *Belone* (dont les os sont verts), *Scombresox, Hemiramphus, Arrhamphus* et *Exocœtus*.

Le genre *Exocœtus*, qui nous intéresse plus particulièrement, se fait remarquer par des mâchoires courtes, où les intermaxillaires et les susmaxillaires sont séparés. Ses dents sont petites, rudimentaires et parfois absentes. Le corps est modérément oblong et couvert d'écailles plutôt grandes. Les nageoires pectorales sont extrêmement longues et transformées en organes de vol.

On connaît actuellement quarante-quatre espèces d'exocets répartis dans les mers tropicales et subtropicales. Quelques-uns ont une aire géographique très vaste, tandis que d'autres paraissent limités à une région restreinte de l'Océan. Ainsi, *Exocœtus callopterus* n'a été rencontré jusqu'à présent que sur la côte Pacifique de l'Isthme de Panama. Les exocets varient en longueur de 20 à 24 centimètres, mais on en a capturé qui atteignaient 36 centimètres. Ils vivent en troupe et, à certaines époques et dans certaines localités, leur nombre est immense. Ainsi aux Barbades on les pêche activement, et cela occupe beaucoup de bras, car ils sont excellents à manger. Les nageoires pectorales varient en longueur suivant les espèces : dans quelques-unes, elles ne s'étendent que jusqu'à l'anale ; dans d'autres (les meilleurs voiliers), elles atteignent la

caudale. Quelques espèces d'exocets ont, à la mâchoire inférieure, de curieux barbillons, qui peuvent persister avec l'âge ou disparaître.

La bibliographie des Poissons volants est très étendue, et il existe une grande diversité d'opinion parmi les observateurs, notamment sur la question de leur vol. Quoi qu'il en soit, les autorités les plus respectables admettent que, si les exocets quittent l'eau, ce n'est pas pour capturer des insectes ; qu'ils sont incapables de faire mouvoir leurs nageoires pectorales, comme les oiseaux ou les chauves-souris agitent leurs ailes ; qu'ils ne sauraient changer la direction de leur vol ; et qu'il leur est impossible de se soutenir dans l'air sauf pendant un temps très limité.

Les recherches les plus récentes et les plus sérieuses sur les animaux qui nous occupent sont dues au professeur K. Möbius (1), actuellement directeur du musée zoologique de Berlin. Ses résultats peuvent être résumés de la manière suivante.

On observe plus souvent les poissons volants par le mauvais temps, quand la mer est houleuse, que quand la mer est calme. Ils sautent hors de l'eau lorsqu'ils sont poursuivis par leurs ennemis, ou effrayés par l'approche d'un vaisseau, et fréquemment aussi sans cause apparente, comme le font d'ailleurs beaucoup d'autres poissons ; et ils s'élancent en l'air sans égard à la direction du vent ou des vagues. Ils gardent leurs nageoires tranquillement étalées, sans leur imprimer aucun mouvement, quoiqu'elles entrent parfois en vibration sous l'influence du vent. Le vol des exocets est rapide, mais d'une vitesse graduellement décroissante ; cette vitesse dépasse de beaucoup celle d'un navire faisant dix milles à l'heure. Les exocets peuvent ainsi se maintenir hors de l'eau sur une distance dépassant 200 mètres. Ils restent plus longtemps dans

(1) K. Möbius. *Die Bewegungen der fliegenden Fische durch die Luft.* Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie (C. T. v. Siebold & A. v. Kölliker). Leipzig, 1878. Vol. 30 (supplément), pp. 343-382 et 1 pl.

l'air lorsqu'ils volent contre le vent que dans la direction de ce dernier. Aucune déviation verticale ou horizontale ne dépend de la volonté du poisson, mais elle est causée par le courant d'air. C'est ainsi qu'ils gardent une trajectoire horizontale (qu'ils volent avec ou contre le vent) ; mais ils sont rejetés à droite ou à gauche suivant la direction du vent par rapport à leur vol. Cependant il arrive quelquefois que, dans sa course, le poisson plonge sa nageoire caudale dans l'eau et, par un coup de queue, se tourne vers la droite ou vers la gauche. Par un temps calme, le chemin qu'il parcourt est rectiligne ou parabolique (comme celui d'un projectile), mais, par le mauvais temps, lorsqu'il vole contre la direction des vagues, sa trajectoire est ondulée. Il est projeté au-dessus de chaque vague par la pression de l'air déplacé.

Il n'est pas rare que des exocets tombent à bord des vaisseaux (j'en ai reçu un, il y a quelque temps, qui avait été capturé de cette manière), mais cela n'arrive jamais que par le mauvais temps.

Durant le jour, ils évitent les navires, mais, pendant la nuit, quand ils ne peuvent les voir et sous l'influence des courants d'air qui les emportent, ils sont soulevés parfois à une hauteur de 20 pieds, au lieu de rester près de la surface de l'eau, et viennent tomber sur le pont.

Ces observations, dit le Dr Günther, montrent clairement que toute déviation dans sa course provient, non de la volonté du poisson, mais de circonstances extérieures.

Les études du professeur Möbius furent poursuivies durant un voyage à l'île Maurice (via Suez et retour par les Seychelles). Le naturaliste allemand a, en outre, montré que les exocets ont une disposition particulière de la bouche qui leur permet de garder de l'eau pour la respiration pendant qu'ils sont dans l'air.

Un certain nombre d'amateurs anglais ayant écrit au journal *Nature* (1) pour exprimer leur conviction que les

(1) F. P. Pascoe. *The Flying-Fish* (NATURE, 1881. Vol. 23, p. 312) ; R. E. Tay-

exocets *volaient réellement*, le professeur Möbius leur répondit (1) que les poissons volants sont incapables de voler (au sens propre du mot), par la raison que les muscles destinés à faire mouvoir leurs nageoires pectorales sont trop peu puissants pour cela. En effet, chez les Oiseaux, les muscles moteurs de l'aile forment 1/6 du poids du corps ; chez les Chauves-souris, ils forment encore 1/13 ; tandis que, chez les Exocets, ils ne forment que 1/32. L'impulsion donnée au poisson-volant a lieu dans l'eau, et cela par le moyen des muscles latéraux du corps, qui sont extrêmement développés.

J'arrive maintenant au second type de poisson volant, au DACTYLOPTÈRE. Le dactyloptère appartient à la famille des *Cataphracti*. Cette famille est caractérisée par la forme du corps, qui est allongée et presque cylindrique. La dentition des animaux qui la composent est faible. Le corps est complètement cuirassé d'écailles osseuses munies d'une carène. Un support osseux relie l'angle du préopercule à l'anneau infraorbitaire. Les nageoires ventrales sont thoraciques, c'est-à-dire qu'elles sont situées au même niveau que les nageoires pectorales et entre celles-ci.

Les *Cataphracti* sont des poissons marins partiellement pélagiques.

On suppose que *Petalopteryx*, poisson fossile du crétacé du Liban, est allié au dactyloptère.

Le Dr Günther mentionne cinq genres de *Cataphracti* dans son *Introduction to the Study of Fishes*. Ce sont : *Agonus, Aspidophoroides, Siphagonus, Peristethus* et *Dactylopterus*.

Le genre *Dactylopterus* est caractérisé par une tête parallélipipédique dont les faces supérieure et externe sont entièrement osseuses. L'omoplate et l'angle du

lor. *Flying-Fish (ibid.*, p. 388); A. D. Brown. *Flying-Fish (ibid.*, p. 508); R. W. S. Mitchell, *Do Flying-Fish Fly or Not (ibid.*, 1884. Vol. 81, p. 53); J. Rae. *Do Flying-Fish Fly? (ibid.*, p. 101).

(1) K. Möbius. *Flying-Fish do not Fly* (NATURE. 1885. Vol. 31, p. 192).

préopercule sont prolongés sous forme de longues épines. Le corps est garni d'écailles fortement carénées. Il n'y a pas de ligne latérale. Il y a deux nageoires dorsales dont la seconde n'est pas beaucoup plus longue que la première. Les nageoires pectorales sont très longues et transformées en organes de vol; une petite portion (la supérieure) est séparée de la masse principale de la nageoire. Il y a des dents granuleuses dans les mâchoires. Par contre, il n'y a point de dents sur le palais. La vessie natatoire est divisée en deux moitiés latérales, chacune pourvue d'un puissant muscle.

On ne connaît que trois espèces de *Dactylopterus*, qui sont très abondantes dans la Méditerranée, dans l'Atlantique et dans les Océans Indien et Pacifique.

Les Dactyloptères volent comme les Exocets. Mais ils sont beaucoup plus massifs et atteignent une plus forte taille, des spécimens de 38 centimètres n'étant point rares du tout.

La colonne vertébrale de ces animaux est très remarquable en ce que toutes ses vertèbres antérieures sont soudées en une sorte de tube.

Une des choses les plus intéressantes chez les Dactyloptères, et bien d'accord avec ce que nous avons dit plus haut de l'évolution du vol, c'est que les jeunes de ces animaux n'ont point les immenses nageoires pectorales de l'adulte. Ici encore l'ontogénie répète la phylogénie. Voici, à cet égard, le résultat des recherches du savant professeur Lütken (1).

Comme on le sait, dit-il, M. Canestrini s'est efforcé de prouver que le *Cephalacanthus spinarella* (quelquefois appelé aussi *Pungitius pusillus*, car en raison de la différence de conformation, on avait autrefois attribué le jeune à un genre

(1) C. Lütken. *Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om Formforandriger hos Fiske under deres Væxt og Udvikling, særligt hos nogle af Atlanterhavets Hoejsoefiske.* Det kongelige danske videnskabernes Selskab Skrifter. 1880. Kjoebenhavn.

— *Cephalacanthus*, — et l'adulte à un autre — *Dactylopterus)* était la jeune forme du *Dactylopterus*. Cette opinion paraissait d'ailleurs bien fondée. Mais elle a été combattue par M. Steindachner, célèbre naturaliste autrichien, principalement pour ce motif qu'on peut rencontrer des Dactyloptères un peu plus petits que les plus grands Céphalacanthes. Ayant eu à sa disposition, d'une part, une série de vingt-cinq *Dactylopterus volitans* de toutes les grandeurs, depuis $0^m,380$ jusqu'à $0^m,047$, ce dernier à nageoires pectorales encore assez courtes, et, de l'autre, presqu'autant de *Cephalacanthus spinarella* (vingt-trois exemplaires), également de toutes les grandeurs, depuis $0^m,049$ jusqu'à $0^m,008$ de long, M. Lütken a poursuivi, dans ces deux séries, l'étude de tous les caractères sujets aux modifications provenant de différences d'âge, pour découvrir si les changements qu'avaient subis les Céphalacanthes permettaient de remonter aux Dactyloptères, et, réciproquement, ceux de ces derniers de descendre aux Céphalacanthes, ou si ces poissons constituaient deux séries de formes indépendantes l'une de l'autre. Le résultat de ces comparaisons a été pour le savant danois une confirmation absolue de l'hypothèse de M. Canestrini. On peut certainement rencontrer des Céphalacanthes un peu plus grands que les petits Dactyloptères ; mais cela s'explique facilement par le fait que la métamorphose proprement dite, qui, sans doute, se produit relativement vite, n'arrive pas toujours précisément quand le jeune poisson a atteint une longueur déterminée ($0^m,050$ environ), mais peut, suivant les circonstances, se produire, chez tel individu, un peu plus tôt ou un peu plus tard. Ajoutons que les localités où les jeunes Dactyloptères (soi-disant Céphalacanthes)ont été pris semblent prouver que ce genre a, à un plus haut degré qu'on ne l'avait cru avant les recherches de M. Lütken, le caractère d'un genre à demi-pélagique. Il résulte aussi des recherches de l'éminent professeur de Copenhague que la petite partie antérieure des nageoires

pectorales, chez le *Dactylopterus,* est véritablement la partie supérieure et non la partie inférieure, comme beaucoup d'auteurs l'ont écrit.

Ainsi, en résumé, il y a deux poissons volants : l'Exocet, ou Hareng-volant ; et le Dactyloptère, ou Trigle-volant. Tous deux ne sont doués que du vol passif. Leur parachute est constitué par les membres antérieurs démesurément allongés et étalés.

II

LES DRAGONS VOLANTS.

Les Dragons volants appartiennent aux Reptiles actuels. On sait que ces Reptiles sont généralement divisés en cinq ordres : les *Lacertiliens* (Lézards), les *Ophidiens* (Serpents), les *Crocodiliens* (Crocodiles), les *Chéloniens* (Tortues) et les *Rhynchocéphaliens* (division ne comprenant, dans les formes de nos jours, qu'un seul animal, le *Sphenodon,* qui, extérieurement, a l'aspect d'un lézard).

Les Dragons volants appartiennent aux lézards ou Lacertiliens.

Les lézards se divisent en deux groupes : les lézards proprement dits *(Lacertilia vera)* et les caméléons *(Rhiptoglossa),* d'après M. G. A. Boulenger, le savant erpétologiste du British Museum (1).

Chez les lézards proprement dits, les narines osseuses sont bordées par les os nasaux. Les ptérygoïdes (paire la plus postérieure des os du palais) sont en contact avec l'os carré (petite pièce par l'intermédiaire de laquelle la mâchoire inférieure s'articule sur le crâne). De plus, les Lacertiliens pourvus de membres (car il y a des lézards,

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue of the Lizards in the British Museum (Natural History).* London, 1885. P. 1. Nous utiliserons souvent cet excellent ouvrage dans ce qui va suivre.

comme l'orvet, qui ont extérieurement l'aspect des serpents, sans que la structure interne réponde en rien à cette apparence) ont des clavicules. Enfin leur langue est aplatie.

Chez les caméléons, les os nasaux n'entrent point dans le contour des narines osseuses. Les ptérygoïdes n'atteignent pas l'os carré. Les clavicules sont absentes, quoique les membres soient bien développés. La langue est vermiforme et susceptible d'être projetée hors de la bouche.

Les Dragons volants appartiennent aux lézards proprement dits.

Ceux-ci *(Lacertilia vera)*, à leur tour, comprennent vingt familles. Ce sont : les *Geckonidæ*, les *Eublepharidæ*, les *Uroplatidæ*, les *Pygopodidæ*, les *Agamidæ*, les *Iguanidæ*, les *Xenosauridæ*, les *Zonuridæ*, les *Anguidæ*, les *Anniellidæ*, les *Helodermatidæ*, les *Varanidæ*, les *Xantusiidæ*, les *Tejidæ*, les *Amphisbænidæ*, les *Lacertidæ*, les *Gerrhosauridæ*, les *Scincidæ*, les *Anelytropidæ*, les *Dibamidæ*, dans la classification de M. G. A. Boulenger.

Les Dragons volants appartiennent aux *Agamidæ*.

Le caractère essentiel par lequel cette famille de lézards peut être séparée de ses plus proches alliés est sa dentition acrodonte, dit M. Boulenger. Leurs dents peuvent, en outre, être généralement divisées en trois groupes : incisives, canines, molaires. Ces dernières sont plus ou moins comprimées, fréquemment tricuspides. Il y a une ou deux canines de chaque côté dans la plupart des genres. Chez *Uromastix* et *Aporoscelis*, cependant, les canines manquent, et comme les dents antérieures et latérales s'usent avec l'âge, il reste un diastème tranchant entre les molaires et les incisives ; de plus, ces dernières s'unissent entre elles pour former une grande dent médiane, simple ou divisée au milieu par un sillon.

Le crâne des *Agamidæ* est moins aplati que celui des *Geckonidæ*, des *Eublepharidæ*, des *Uroplatidæ* et des *Pygopodidæ*. Il est, d'ailleurs, plus complètement ossifié.

Les arcades postorbitaire et supratemporale sont bien développées. Chez *Lyriocephalus,* comme chez beaucoup d'Iguanides, les préfrontaux et les postfrontaux s'unissent pour limiter une fosse supraorbitaire. Les prémaxillaires sont réunis en un seul os. Les os nasaux sont doubles. Les frontaux et les pariétaux sont simples. Les ptérygoïdes sont toujours fort écartés l'un de l'autre et privés de dents. L'os transverse est bien développé. Il existe une columelle du crâne. Il n'y a jamais d'ossifications dermiques sur la tête. Les membres antérieurs sont bien développés, et, sauf chez *Sitana,* qui est privé du doigt externe ou petit doigt, toujours pentadactyles. La clavicule n'est pas dilatée. L'interclavicule a la forme d'un T ou d'une ancre et est souvent de petite taille. Le sternum présente, d'ordinaire, deux fontanelles, qui manquent pourtant chez *Lyriocephalus* et *Moloch ;* ce dernier, chose remarquable, a le sternum divisé longitudinalement.

Le tympan est caché sous la peau, ou non. L'œil est petit et la pupille ronde. Les paupières sont bien développées. La langue est épaisse, entièrement attachée ou libre en avant ; elle est plus libre, protractile et plus nettement incisée dans les genres herbivores *Lophura*, *Liolepis* et *Uromastix*.

Les pores fémoraux et préanaux sont absents dans la plupart des genres. C'est un fait remarquable que ces pores existent chez les mâles de tous les genres australiens sauf un *(Chelosania,* connu par un seul spécimen), tandis qu'ils manquent dans tous les autres, *Uromastix* et *Liolepis* exceptés. Il n'y a point de grandes plaques symétriques, ni sur la tête, ni sur le ventre. Des appendices ornementaux, tels que crêtes, poches gulaires, etc., se voient fréquemment soit chez les mâles seuls, soit dans les deux sexes. La queue est, d'ordinaire, longue et peu fragile. Elle n'est préhensile que dans le genre *Cophotis*. Quelques *Phrynocephalus* ont la curieuse propriété de pouvoir enrouler cet organe vers le haut. Les doigts sont,

d'habitude, crétés inférieurement ou denticulés latéralement. La forme du corps, aussi bien que l'écaillure, varie considérablement avec le genre et le mode de vie. D'une manière générale, les Agamides terrestres ont le corps aplati dorso-ventralement, tandis que les Agamides arboricoles l'ont comprimé bilatéralement. Toutefois, il n'est point possible, ajoute M. Boulenger, de diviser les *Agamidæ* en terrestres et en arboricoles : on formerait ainsi des groupes qui ne seraient point naturels.

La plupart des Agamides sont exclusivement insectivores ; *Lophura*, *Liolepis* et *Uromastix* sont herbivores ou frugivores, tandis que quelques formes ont un régime mixte.

Si on excepte les Dragons volants *(Draco)* et *Moloch*, très spécialisés, les autres genres d'Agamides présentent un grand nombre de formes intermédiaires, passant l'une dans l'autre, qui rendent la classification difficile, même à un erpétologiste expérimenté comme M. Boulenger.

Les Agamides habitent l'Afrique, l'Asie, l'Australie et la Polynésie. C'est dans la région indienne qu'ils sont le plus nombreux en espèces comme en genres. L'Afrique n'en possède que trois genres : *Agama, Aporoscelis* et *Uromastix* (dans la partie septentrionale). Quatre espèces s'étendent au delà des limites de l'Asie et de l'Afrique dans l'Europe sud-orientale. Les Agamides manquent à Madagascar et à la Nouvelle-Zélande.

Les Agamides renferment trente genres.

Le genre *Draco* (dragons volants) est caractérisé par *une large membrane aliforme, supportée par les cinq ou six dernières côtes de chaque côté, membrane qui se replie sur les flancs comme un éventail.* Il y a un fanon médian sous la gorge et deux autres plus petits latéraux. Le tympan est visible ou recouvert d'écailles. La queue est longue. Il n'y a pas de pores fémoraux ou préanaux.

Les dragons volants habitent les Indes orientales et les régions voisines. Il y en a vingt et une espèces.

Celle citée le plus habituellement est le *Draco volans* (1). Sa tête est petite. Son museau est court, aussi long ou à peine plus long que le diamètre de l'orbite. Les narines sont latérales et dirigées vers le dehors. Le tympan est découvert et plus petit que l'ouverture de l'œil. Les écailles supérieures de la tête sont très inégales et fortement carénées. Il existe une série d'écailles plus fortes, plus ou moins lambdiformes, sur le front. Il y a, en outre, un petit tubercule conique au coin postérieur de l'orbite. Il y a, encore, de sept à dix plaques labiales, dont la dernière est trois fois aussi grande que les précédentes. Le fanon du mâle est plus long que la tête ; le mâle a aussi une petite crête nucale. Les écailles du dos sont irrégulières, carénées, et les plus grandes sont au moins deux fois aussi grandes que celles du ventre. De chaque côté du dos, on voit une série d'écailles carénées, plus grandes et séparées les unes des autres. Le membre antérieur étendu dépasse le bout du museau. Le membre postérieur replié contre le corps atteint, ou presque, le coude du membre antérieur placé dans la même position.

La face supérieure du corps de *Draco volans* a des reflets métalliques, et est ornée de petites taches noires et de bandes transversales ondulées. Il y a une tache noire entre les orbites et une autre sur la nuque. Les membranes aliformes sont oranges avec des marbrures ou des raies transversales noires. La gorge est mouchetée de noir. Le fanon est orange chez le mâle et bleuâtre dans la femelle.

La longueur totale de l'animal est de $0^m,210$; la tête mesure $0^m,015$, sa largeur étant $0^m,011$; le corps a $0^m,070$; le membre antérieur $0^m,030$; le membre postérieur $0^m,036$; et la queue $0^m,125$.

Draco volans habite notamment Java, Sumatra, Bornéo.

Comme toutes les autres espèces appartenant au même

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue*, etc., p. 256, vol. I.

genre, *Draco volans* est essentiellement arboricole, et, à moins de nécessité absolue, ne descend jamais à terre.

Les Dragons, dit Brehm (1), se tiennent généralement sur les branches les plus élevées, tout à fait immobiles et aplatis, de telle sorte qu'ils sont presque invisibles ; leurs couleurs, si riches qu'elles soient, s'harmonisent à merveille avec le milieu qui les entoure. Les yeux sont sans cesse en mouvement et épient les insectes qui passent dans le voisinage de l'animal. Un insecte vient-il à passer à portée du Dragon, celui-ci étend ses ailes brusquement, s'élance sur sa proie, qu'il manque rarement, et se laisse tomber sur quelque branche. Les Dragons peuvent ainsi, à l'aide de leur parachute, franchir une distance qui n'est pas moindre que 7 et même que 10 mètres.

En résumé, *les Dragons volants sont de vrais lézards, simplement doués du vol passif. Leur parachute est formé par une membrane aliforme attachée de chaque côté du corps entre les membres antérieurs et postérieurs qu'elle laisse libres. Cette membrane est soutenue par les dernières côtes de l'animal, qui jouent le rôle de la carcasse d'un éventail, dans le saut ; au repos, ladite membrane et son appareil de soutien sont repliés le long du corps, toujours comme un éventail.*

III

LES PTYCHOZOONS.

Comme les Dragons volants, les Ptychozoons sont pourvus d'un parachute, mais, ici, il n'y a point d'appareil de support. La spécialisation est moins grande. J'aurais donc dû, semble-t-il, parler d'abord des Ptychozoons. Mais, comme le patagium des Ptérosauriens a très bien pu dériver d'un patagium semblable au leur, tandis qu'on

(1) G. E. Brehm. *Merveilles de la nature. Les Reptiles et les Batraciens* (édition française par E. Sauvage). Paris, J. B. Baillière et fils, p. 212.

ne saurait en aucune façon prétendre le faire sortir des membranes aliformes de *Draco* (qui doit certainement son origine à une monstruosité fixée par sélection naturelle), je crois préférable de placer les Ptychozoons dans le voisinage des Ptérosauriens, dont j'aurai à traiter après eux.

Les Ptychozoons *(Ptychozoon)* appartiennent à la famille des *Geckonidæ ;* ce sont donc de vrais lézards comme les Dragons volants, mais d'un tout autre groupe.

La famille des *Geckonidæ,* d'après le catalogue de M. G. A. Boulenger (1), a un crâne très aplati et dont les os sont minces. Les os du nez restent distincts. Le frontal peut être simple ou double. L'os jugal est rudimentaire, l'orbite n'étant pas limitée en arrière par une arcade osseuse. De même, l'arcade supratemporale est absente. Les ptérygoïdes (paire la plus postérieure des os du palais) sont largement séparés et privés de dents. Il existe une columelle du crâne. La mâchoire inférieure ne renferme que cinq éléments osseux, les éléments angulaire et articulaire étant confluents. La dentition appartient au type pleurodonte. Les dents sont petites, nombreuses, serrées, avec une couronne cylindrique, longue, grêle et obtuse ; les nouvelles dents se creusent un chemin à la base des vieilles. Les deux paires de membres sont toujours bien développées et pentadactyles. La clavicule est dilatée et perforée. L'interclavicule est presque rhomboïdale et a une tendance à devenir cruciforme. Les vertèbres sont biconcaves. Les côtes sont longues.

Les doigts varient considérablement et offrent de bons caractères pour la classification. Quelques Geckos, qui vivent dans des régions nues, ont les doigts semblables à ceux de beaucoup d'Agamides, c'est-à-dire qu'ils sont cylindriques ou faiblement déprimés et, soit fréquemment carénés au-dessous, soit denticulés latéralement. D'autres formes, à doigts non déprimés, les ont fortement pliés

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue*, etc., p. 3, vol. I.

aux articulations et pourvus de puissantes griffes. Mais la plupart des Geckos ont tout ou partie des doigts dilatés en organes d'adhésion, avec des plaques symétriques ou des lamelles inférieures, présentant, d'ailleurs, à cet égard une grande variété. D'autre part, les griffes peuvent être rétractiles, entre quelques-unes des lamelles, ou dans une gaine spéciale. D'autre part encore, des membranes peuvent unir les doigts dans le but de perfectionner l'appareil de fixation, mais les palmures ne servent jamais à nager, car aucun Gecko ne va à l'eau.

Les corps de ces animaux est généralement plus ou moins déprimé, et peut être bordé par des expansions cutanées, dont le but paraît souvent n'être que de produire une adhésion supplémentaire à celle des membres. Cependant, chez *Ptychozoon*, ces expansions servent de parachute. La queue présente presque toutes les formes possibles, depuis la queue en forme de feuille de *Gymnodactylus platurus* et la queue grotesque et rudimentaire de *Nephrurus* jusqu'à la queue de rat de *Agamura* et la queue crétée et comprimée bilatéralement de *Pristurus*. Sauf chez *Agamura*, la queue est fragile et se reproduit rapidement ; mais la queue de néoformation prend d'ordinaire une forme et une écaillure anormales. Chez quelques Geckos, la queue est préhensile, propriété rare chez les Lacertiliens, les Caméléons exceptés. M. Boulenger croit que l'examen des Geckos vivants montrera que beaucoup jouissent de cet avantage.

L'œil est généralement grand, avec pupille verticale qui, lorsqu'elle se contracte, est fréquemment denticulée ou présente l'aspect de deux losanges superposés. Quelques Geckos diurnes ont, pourtant, l'œil petit et la pupille circulaire. L'œil est recouvert par une membrane transparente sous laquelle il se meut librement, les paupières étant rudimentaires ; pourtant, chez *Ælurosaurus*, il y a deux paupières qui se rejoignent et, chez *Ptenopus*, la paupière supérieure est assez grande pour couvrir à elle seule l'œil presqu'en entier.

Le tympan est plus ou moins visible, sauf chez *Teratolepis,* où il est complètement caché par l'écaillure. La langue est charnue, modérément allongée, très faiblement incisée antérieurement et capable d'être projetée hors de la bouche.

Les téguments sont presque toujours mous et consistent généralement en granules ou en tubercules sur la face dorsale, en petites écailles imbriquées, cycloïdes ou hexagonales sur la face ventrale. Quelques Geckos sont entièrement recouverts d'écailles de cette dernière sorte, structure qui atteint son plus haut développement chez *Teratoscincus*, *Teratolepis* et *Geckolepis.*

Les mœurs des Geckos sont très intéressantes, mais on les connaît insuffisamment. Quelques-uns habitent des régions arides; d'autres fouissent dans le sable; d'autres sont arboricoles et se cachent durant le jour; d'autres sont les commensaux de l'homme, et il faut distinguer, parmi ceux-ci, ceux qui habitent l'intérieur et ceux qui vivent hors des maisons. Presque tous sont nocturnes ; quelques-uns, pourtant, sont diurnes.

Beaucoup de Geckos émettent des sons, probablement produits par un mouvement de la langue contre le palais; ces cris rappellent quelque chose comme *yecko.* A. Smith raconte, selon M. Boulenger, qu'un Gecko du sud de l'Afrique fait entendre un *tchick*, *tchick*, très accentué; et il ajoute que, parfois, le nombre de Geckos poussant ces cris est si grand et le bruit si désagréable que le voyageur se sent obligé de s'éloigner.

Les œufs des Geckonides sont ronds et ont une coque dure. L'ovoviviparisme est inconnu dans cette famille. Les mâles s'y distinguent généralement des femelles par une taille plus grande, le renflement de la base de la queue et la présence de pores fémoraux ou préanaux.

Les *Geckonidæ* sont représentés dans les régions chaudes du monde entier, mais ils sont plus nombreux dans les régions Indienne et Australienne.

Selon M. Boulenger, les *Geckonidæ* renferment quarante-neuf genres. Le genre *Ptychozoon* (1) se distingue par des doigts fortement dilatés, entièrement palmés, avec des lamelles indivises au-dessous. Tous les doigts, sauf le pouce et le petit doigt, sont munis d'une griffe rétractile. *Les membres, les côtés de la tête, du tronc et de la queue sont garnis de fortes expansions membraneuses fonctionnant comme parachutes.* La face supérieure du corps est ornée d'écailles granuleuses juxtaposées et de tubercules; la face inférieure, de petites écailles légèrement imbriquées. La membrane du parachute est couverte au-dessus d'écailles imbriquées carrées et alternantes; elle est nue inférieurement. La pupille est verticale. Le mâle a des pores préanaux.

Le genre *Ptychozoon* habite la région des Indes orientales. Il ne contient qu'une espèce : *Ptychozoon homalocephalum*. La tête de cette espèce est oviforme. Son museau est plus long que la distance de l'œil au tympan d'une fois et demie le diamètre de l'orbite. Le front est concave. L'ouverture auriculaire est plutôt grande et presque circulaire. Le tronc et les membres sont de proportions modérées et aplatis. Les doigts sont courts, pas très inégaux et palmés jusqu'à l'extrémité. Les membres antérieurs sont bordés de chaque côté par une large expansion cutanée. Une expansion semblable borde la jambe de chaque côté, mais n'est attachée à la cuisse que postérieurement. Les parachutes placés à droite et à gauche du tronc sont presque aussi larges que celui-ci. Il y a un autre lambeau cutané passant au-dessous de l'ouverture auriculaire et qui part de l'angle de la bouche pour se prolonger le long du cou. La queue est allongée et aplatie, les côtés en sont ornés d'une série de lobes arrondis dont les derniers se réunissent pour former un lobe plus large et *horizontal* à l'extrémité de la queue. La tête et le dos

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue*, etc., p 189, vol. I.

sont couverts de petites écailles granuleuses. La plaque rostrale est grande, quadrangulaire; les narines sont limitées par la plaque rostrale, la première plaque labiale et trois petites plaques nasales. Il y a de dix à douze plaques labiales supérieures et autant d'inférieures. Il y a aussi, de chaque côté, trois ou quatre petits écussons mentonniers, dont l'interne est allongé. Le dos de l'animal montre presque toujours des tubercules convexes disséminés. La gorge est couverte de petits granules; le ventre, d'écailles de taille moyenne. Il y a une série anguleuse de vingt-cinq pores préanaux. La queue est franchement annelée; elle est couverte, au-dessus, de petites écailles plates et granuleuses et de séries transversales de tubercules coniques; au-dessous, d'écailles imbriquées.

Ptychozoon homalocephalum est grisâtre ou brun rougeâtre au-dessus, avec des bandes, d'un brun sombre, placées transversalement et ondulées. Il y a aussi une raie brun sombre de l'œil à la première bande dorsale.

La longueur totale de cette sorte de Gecko est de $0^m,188$; la tête a $0^m,027$; sa largeur est de $0^m,021$; le tronc a $0^m,069$; le membre antérieur $0^m,034$; le membre postérieur $0^m,043$; la queue $0^m,092$.

Ptychozoon homalocephalum habite notamment Java, Bornéo, Sumatra.

D'après les observations de Cantor (1), le Ptychozoon homalocéphale peut, grâce à ses replis cutanés, exécuter des bonds assez considérables; les autres Geckos, au contraire, lorsqu'ils veulent sauter, entraînés qu'ils sont par l'ardeur de la chasse, perdent généralement l'équilibre et tombent lourdement sur le sol.

En résumé, *le Ptychozoon est une sorte de Gecko, simplement doué du vol passif. Son parachute est formé par des expansions cutanées non pourvues d'appareil de soutien. Si on excepte les membranes interdigitales, qui n'ont rien*

(1) Cantor, *Cat. Mal. Rept.*, p. 20.

à faire avec le vol, mais sont des organes adhésifs, le patagium du Ptychozoon peut être considéré comme très voisin de ce qu'était le patagium des Ptérosauriens, auxquels nous arrivons, quand ceux-ci n'étaient encore doués que du vol passif.

IV

LES PTÉROSAURIENS.

Avec les Ptérosauriens, vulgairement appelés Ptérodactyles d'après l'un deux, nous abordons les Reptiles doués du vol actif, c'est-à-dire qui pouvaient non seulement ralentir leur descente dans un saut vertical, mais qui étaient aussi capables de s'élever dans les airs et de s'y diriger. Leur étude est, nécessairement, presque entièrement ostéologique. En effet, en premier lieu, ils sont complètement éteints depuis l'époque crétacée; et, en second lieu, leur adaptation au vol véritable a provoqué une transformation profonde et remarquable de leur squelette.

Nous décrirons d'abord brièvement leur charpente osseuse, d'une manière générale. Nous passerons ensuite à l'examen de leur patagium, c'est-à-dire des membranes essentielles ou accessoires de l'appareil du vol. Nous examinerons, enfin, les types les plus curieux de *Ptérosauriens*, à savoir, le type *Ptérodactyle*, le type *Rhamphorhynque* et le type *Ptéranodon*.

Le *crâne* des Ptérosauriens, dit M. E. T. Newton (1), l'excellent paléontologiste du *Geological Survey*, présente, extérieurement, beaucoup de ressemblance avec celui des Oiseaux, quoique sa structure soit celle d'un vrai Reptile. Vu de profil, il montre quatre ouvertures, qui sont, en allant d'avant en arrière : les narines, la fosse prélacry-

(1) E. T. Newton. *Notes on Pterodactyls.* PROCEEDINGS OF THE GEOLOGISTS' ASSOCIATION. 1888, p. 406.

male, l'orbite et la fosse latéro-temporale. Les mâchoires peuvent être garnies de dents, ou en être privées.

Le *cou* est proportionnellement long. Ses deux premières vertèbres (atlas et axis) sont soudées, au moins dans les formes crétacées. Les autres vertèbres cervicales (au nombre de six ou de sept) ont des apophyses épineuses très peu développées ; leur suture neuro-centrale a, d'ailleurs, disparu. L'illustre naturaliste anglais T. H. Huxley dit (1) que l'existence de côtes cervicales distinctes est douteuse.

Le *tronc* renferme de quatorze à seize vertèbres. Sauf la dernière, ou les deux dernières, elles portent toutes des côtes.

Le *sacrum* n'a pas moins que trois vertèbres ankylosées et pas plus que six, selon M. T. H. Huxley.

La *queue* est variable : elle peut être très longue ou courte ; à vertèbres fixes ou à vertèbres mobiles.

Les *côtes* sont grêles et, au moins les antérieures, ont une double tête.

Le *sternum* est grand et complètement ossifié ; il porte une forte crête inférieure sur la portion antérieure de sa face ventrale, dispositions rappelant ce qu'on voit chez les Oiseaux et qui est en rapport avec le pouvoir de voler.

Le *cerveau*, dit M. E. T. Newton, est petit comme celui d'un Reptile, mais rappelle par sa structure celui d'un Oiseau.

Passons aux *membres*.

La *ceinture scapulaire* se compose de l'omoplate et du coracoïde. Ces os ressemblent beaucoup à ceux des Oiseaux bons voiliers. Chose singulière, on n'a point, dit M. T. H. Huxley, trouvé de clavicules jusqu'à présent, tandis que tout le monde sait qu'elles sont remarquablement développées chez tous les Oiseaux bons voiliers.

Le *membre antérieur* possède, comme presque toujours, le bras, l'avant-bras et la main.

(1) T. H. Huxley. *A Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals.* London, 1871, p. 268.

L'humérus (os du bras) a une forte crête deltoïde, structure dépendant de l'adaptation au vol.

Le cubitus et le radius (os de l'avant-bras) sont sensiblement de même volume et distincts.

La main est curieusement modifiée. Le pouce, qui a perdu son ongle, est replié sur l'avant-bras pour soutenir une partie du patagium. Le second, le troisième et le quatrième doigt ont conservé leurs proportions normales. Mais le cinquième doigt (notre petit doigt!) s'est démesurément allongé pour constituer la partie essentielle du squelette de l'aile.

Le *bassin* (ou *ceinture pelvienne)* est remarquablement petit. L'ilium y est prolongé en avant et en arrière de l'acétabulum comme chez les Oiseaux. Toutefois le reste du bassin n'est point avien.

Le *membre postérieur*, comparé à l'antérieur, est également petit. Les os de la jambe (tibia et péroné) paraissent avoir été confluents au moins à leur extrémité inférieure.

Le pied est pentadactyle. L'orteil externe est tourné vers le dehors, et, comme son homodyname le cinquième doigt, supporte une partie de la membrane alaire. Les autres orteils sont normaux.

Toutes les vertèbres sont procœles, c'est-à-dire concaves en avant et convexes en arrière, structure remarquable pour des Reptiles anciens, quoique, il est vrai, très spécialisés.

Comme ceux des Oiseaux, les os des Ptérodactyles étaient pneumatiques, c'est-à-dire que, durant la vie, ils contenaient de l'air. Cette particularité semble être en relation avec le mode de vie, c'est-à-dire avec l'adaptation au vol.

Nous allons maintenant dire quelques mots du *patagium*, ou système des membranes essentielles et accessoires de l'appareil du vol.

Ces membranes (ou plutôt leur empreinte) nous ont parfois été conservées dans la gangue qui encroûte les

ossements de ces Ptérosauriens. L'éminent paléontologiste de Munich, le professeur K. A. Zittel (1), qui veut bien nous honorer de son amitié, conserve un spécimen remarquable, montrant nettement ce qu'elles étaient. Le célèbre naturaliste américain O. C. Marsh (2) a également un échantillon de toute beauté, fournissant des données précieuses sur la nature de cette partie des téguments.

La *membrane des ailes* était mince et lisse, très semblable à celle des Chauves-souris actuelles. Elle s'étendait entre le bord externe de la main et le corps. Elle était soutenue, principalement, par le cinquième doigt démesurément allongé et aussi, quoiqu'à un moindre degré, par les os de l'avant-bras et du bras, puis par le cinquième orteil. On voit sur la membrane des ailes de fines stries. Cette membrane est la partie essentielle du patagium.

Les membranes accessoires sont : la *membrane antébrachiale*, la *membrane interfémorale* et la *membrane caudale*, qui ne sont pas toujours présentes simultanément.

La *membrane antébrachiale*, constante comme la membrane alaire, s'attachait au moins à la base du cou et descendait le long du bord radial du bras et de l'avant-bras, jusqu'au poignet. Elle était donc soutenue principalement par l'humérus et le radius, puis secondairement par le pouce replié, comme nous l'avons dit, sur l'avant-bras.

La *membrane interfémorale* s'étendait entre les membres postérieurs et pouvait manquer chez certaines formes. Elle était soutenue par le fémur et le tibia, et probablement consolidée en son milieu par la queue chez les *Ptérosauriens brachyures*. Elle ne recevait aucun support du pied.

La *membrane caudale* est particulière à quelques Ptérosauriens. Elle a la forme d'une feuille et est placée à

(1) K. A. Zittel. *Ueber Flugsaurier aus dem lithographischen Schiefer Bayern's*. PALÆONTOGRAPHICA. Vol. XXIX, 1882, pp. 47-80 et pl. X-XIII.

(2) O. C. Marsh. *The Wings of Pterodactyles*. AMERIC. JOURN. SC. (SILLIMAN), 1882, vol. XXIII, pp. 251-256, 1 pl. col. et grav. text.

l'extrémité de la queue, *dans le plan médian du corps,* soutenue à la fois par les centres vertébraux, par les neurapophyses et par les chevrons. Elle jouait sans nul doute le rôle du gouvernail.

Nous avons à traiter ensuite de quelques formes remarquables de Ptérosauriens. Ces animaux forment un ordre de Reptiles comprenant un grand nombre de genres, que nous ne pouvons passer tous en revue. Nous nous bornerons à citer les plus intéressants : le type Ptérodactyle, le type Rhamphorhynque et le type Ptéranodon.

Et d'abord, définissons les Ptérosauriens, d'après M. Lydekker (1), qui les appelle, en raison de la loi de priorité, Ornithosauriens, usage équitable et rationnel d'une expression évidemment regrettable, car elle fait soupçonner avec les Oiseaux des relations de parenté qui n'existent pas.

Les Ptérosauriens, dit M. Lydekker, le savant naturaliste auquel le British Museum a eu l'excellente idée de confier le soin de cataloguer ses Mammifères, Oiseaux, Reptiles et Batraciens fossiles, ont le membre antérieur adapté pour soutenir un appareil de vol. Leur corps était probablement nu, c'est-à-dire que la peau rappelait sans doute plus ou moins celle d'une grenouille. Les vertèbres étaient concaves en avant, convexes en arrière, avec suture neuro-centrale persistante. Les vertèbres du cou étaient plus allongées que celles du dos. Il n'y a qu'un nombre relativement faible de vertèbres avant l'origine de la queue. Le genre *Rhamphorhynchus*, au moins, aurait des côtes cervicales comme les Crocodiles. Le crâne des Ptérosauriens est grand par rapport à la taille de l'animal; il rappelle, par sa forme extérieure, celui des Oiseaux et, comme chez ceux-ci, tous les os en sont soudés, sans trace de suture, chez l'adulte. Les mâchoires sont allongées. La plus

(1) R. Lydekker. *Catalogue of the Fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum.* Vol. I, p. 2.

grande partie de la mâchoire supérieure est constituée par les os prémaxillaires. Les deux moitiés de la mandibule sont soudées entre elles au menton. Le condyle occipital (pour l'articulation de la tête sur le cou) est situé non en arrière du crâne, comme chez les Reptiles, mais au-dessous. Les orbites sont grandes et les yeux renfermaient un anneau ossifié. Les narines étaient situées près des orbites, dont elles étaient pourtant séparées par la fosse prélacrymale. Les dents étaient simples et pointues. L'omoplate et le coracoïde étaient longs et grêles, et le dernier sans fontanelle. Comme nous l'avons dit plus haut, il n'y avait pas de clavicules. Le sternum est large et pourvu d'une crête supérieurement. Le carpe a deux os : l'un distal, l'autre proximal. La main constituée comme nous l'avons expliqué ci-dessus ; de même pour les membres postérieurs.

Les Ptérosaurieus, qui vécurent du Lias au Crétacé inclusivement, se divisent en deux sous-ordres : les Ptéranodontes et les Ptérosauriens proprement dits.

Les *Ptéranodontes* sont caractérisés par l'absence de dents, par un crâne pourvu d'une forte crête postoccipitale, par des narines confluentes avec les fosses prélacrymales et par des omoplates articulant avec les apophyses épineuses d'un groupe de vertèbres soudées.

Ils ne renferment que le genre *Pteranodon,* découvert et décrit par Marsh. Voici ce qu'on a dit de plus intéressant sur eux (1).

Les premiers restes de Ptérosauriens découverts en Amérique le furent par l'éminent paléontologiste de Yale College, en 1870, à l'automne, près de la Smoky Hill River, dans le Kansas occidental. Ces restes appartenaient à une forme gigantesque que M. Marsh décrivit en 1871, et qui est maintenant connue sous le nom de *Ptera-*

(1) O. C. Marsh. *Principal Characters of American Cretaceous Pterodactyls.* I. *The Skull of Pteranodon.* Americ. Journ. Sc. (Silliman). Vol. XXVII 1884, p. 422.

nodon occidentalis. L'horizon géologique qui les contenait appartient au crétacé moyen; c'est celui-là même qui renfermait les *Odontornithes*, ou oiseaux dentés. L'année suivante, M. Marsh trouva encore d'autres débris, sur lesquels il fonda deux nouvelles espèces du même genre.

En 1872, le célèbre naturaliste retourna dans la même région, pour retrouver des matériaux plus satisfaisants, et les années suivantes il envoya un personnel destiné à explorer systématiquement les dépôts en question. Le résultat de ces recherches est que le Musée de Yale College contient actuellement des restes de plus de *six cents individus* de Ptérosauriens.

La plupart de ces restes appartiennent à des espèces gigantesques, dont l'envergure atteignait sept mètres et au delà. Ces espèces rentrent toutes dans le genre *Pteranodon* et sont au nombre de cinq. Une espèce de Ptéranadon est relativement de petite taille, son envergure ne dépassant pas $0^{m},90$.

Tous les Ptérodactyles crétacés américains diffèrent de ceux de l'ancien monde *par l'absence de dents*.

Le crâne de *Pteranodon* est très grand et fort allongé. Le museau, notamment, se projette en avant d'une façon singulière, tandis que, en arrière, il y a une énorme crête sagittale. Vues de profil, les mâchoires forment une énorme paire de ciseaux pointus. Elles sont très longues, extrêmement aiguës et entièrement privées de dents. Le bord des mâchoires est lisse et mince comme dans beaucoup d'Oiseaux actuels. Ces mâchoires étaient sans nul doute revêtues d'une gaine cornée à bord tranchant.

Les os du crâne sont extrêmement légers et délicats. A l'exception du condyle occipital et de l'extrémité inférieure de l'os carré, ils semblent tous avoir été pneumatiques, c'est-à-dire que tous auraient contenu de l'air, destiné à les alléger, durant la vie de l'animal.

Vu de dessus, le crâne paraît extrêmement étroit. Une crête tranchante s'étend depuis l'extrémité des prémaxil-

laires, le long de la ligne médiane, jusqu'au crâne proprement dit où elle rencontre l'origine de la crête occipitale qui la continue. Les fosses prélacrymales sont spacieuses, situées presque au milieu du crâne et placées directement au-dessus des narines internes.

Tous les os du crâne sont soudés en un complexe dont il est très difficile de retrouver les limites des parties constituantes.

Les prémaxillaires s'étendent jusqu'aux fosses prélacrymales.

Les narines sont confluentes avec ces dernières.

L'orbite est de grandeur moyenne et de contour ovale, avec le petit bout en bas. Il ne semble pas y avoir ici d'anneau sclérotique comme dans d'autres Ptérosauriens.

L'os carré est solidement encastré dans les autres os du crâne et fortement incliné sur la verticale. Son extrémité articulaire est l'une des parties les plus caractéristiques du squelette.

La crête sagittale est énorme et servait, selon M. Marsh, à contrebalancer le poids des mâchoires ; selon moi, à soutenir une expansion cutanée. Par sa forme et sa dimension, elle rappelle ce qu'on voit chez le lézard actuel *Basiliscus*.

Le condyle occipital est très petit et presque hémisphérique. Il est dirigé plutôt en arrière qu'en dessous, ce qui est extrêmement remarquable pour un Ptérodactyle.

La mâchoire inférieure est longue et tranchante en avant, correspondant tout à fait à la mâchoire supérieure. La symphyse en est extrêmement longue, comme dans le genre actuel d'Oiseaux *Rhynchops*. En arrière de cette symphyse, les rameaux de la mandibule sont grêles. La face supérieure de la dite symphyse est d'ailleurs franchement concave. L'articulation est une gouttière oblique et devait être très solide.

Le crâne de *Pteranodon* figuré par M. Marsh avait les

dimensions suivantes : Longueur, de l'extrémité de la crête sagittale à l'extrémité du prémaxillaire, $0^m,76$; diamètre transverse du condyle occipital, $0^m,0084$; distance du condyle occipital à l'extrémité articulaire de l'os carré, $0^m,105$; longueur de la mâchoire inférieure, $0^m,385$; hauteur maximum de la même, $0^m,062$; hauteur au niveau de la surface articulaire, $0^m,023$.

Le crâne de *Pteranodon ingens* avait plus de $1^m,20$ de long.

Chez *Pteranodon*, l'omoplate et le coracoïde sont ankylosés et, de plus, un certain nombre de vertèbres dorsales antérieures sont soudées entre elles ; sur le complexe continu des neurapophyses de ces vertèbres, les omoplates s'articulent. C'est donc une sorte de répétition antérieure du bassin, destinée à fournir un support plus solide à des ailes monstrueusement grandes. Cette disposition est unique chez les Vertébrés, dit M. Marsh. Pourtant, comme M. Hulke l'a fait remarquer (1), elle existe aussi chez les raies, pour d'autres motifs.

Pteranodon, étant un Ptérosaurien à courte queue, a des métacarpiens allongés. Le second est un mince filet d'os ; le troisième et le quatrième sont de simples stylets, incomplets au-dessus.

Les *Ptérosauriens proprement dits* sont, d'après M. Lydekker (2), caractérisés par la présence de dents ; un crâne sans crête occipitale ; des narines plus ou moins séparées des fosses prélacrymales ; des vertèbres dorsales distinctes, non en articulation avec les omoplates, et quatre phalanges au petit doigt.

Ils se divisent en *Pterodactylidæ* et *Rhamphorhynchidæ*.

Les *Ptérodactylidæ* ont la queue courte et flexible ; le crâne avien, long ou court ; les mâchoires dentées jusqu'à

(1) J. W. Hulke. *The Anniversary Address of the President.* Quart. Journ. Geol. Soc. London. 1883, p. 64.

(2) R. Lydekker. *Catalogue*, etc., p. 3.

leur extrémité ; les narines spacieuses et incomplètement séparées des fosses prélacrymales ; les métacarpiens beaucoup plus grands que la moitié du cubitus ; la rangée proximale du tarse distincte du tibia.

Les *Ptérodactylidæ* renferment les genres : *Ptenodraco,* Lydekker ; *Pterodactylus,* Cuvier ; *Cycnorhamphus,* Seeley.

Le type classique est *Pterodactylus*. Son crâne est grêle, formant un rostre étroit, dont les bords alvéolaires sont rectilignes. Les dents sont verticales, et aucune ne dépasse en arrière le milieu de la narine ; les vertèbres cervicales sont très allongées : l'omoplate et le coracoïde sont distincts ; le pubis est court et arrondi sans symphyse osseuse ; le pied n'a que quatre orteils fonctionnels, le cinquième étant rudimentaire.

Les espèces du genre *Pterodactylus* ne deviennent jamais de très grande taille. M. Lydekker en cite six (1) : *P. antiquus,* dont le squelette entier mesure $0^m,30$, avec un crâne de $0^m,107$; *P. Kochi,* dont le crâne atteint $0^m,08$; *P. pulchellus,* avec un crâne de $0^m,046$; *P. spectabilis, P. rhamphastinus*, avec un crâne de 0^m21 ; *P. longicollum*, avec un crâne de $0^m,145$.

Toutes ces espèces sont jurassiques.

Ptenodraco a le museau très court, non prolongé en un rostre. Les dents sont limitées à l'extrémité antérieure des mâchoires ; les vertèbres cervicales sont courtes.

Ptenodraco n'a qu'une espèce, *P. brevirostris*, qui avait la taille d'un moineau. Il est jurassique.

Cycnorhamphus a un rostre allongé et spatulé comme le bec d'un cygne, avec des dents à son extrémité seulement. Le cou est long.

Cycnorhamphus n'a qu'une espèce dans le catalogue de M. Lydekker (2), *C. suevicus*. Son crâne mesure $0^m,158$. Il est jurassique.

(1) *Ibid.*, etc., p. 5.
(2) *Ibid.*, etc., p. 10.

Les *Rhamphorhynchidæ* ont ordinairement une queue longue et rigide. Leur crâne rappelle moins celui des Oiseaux que ne le fait celui des *Pterodactydidæ*. Il est souvent relativement court et fort. Les mâchoires n'ont point toujours des dents à leur extrémité antérieure. Les narines sont fréquemment petites et séparées par une barre osseuse des fosses prélacrymales. Les métacarpiens sont beaucoup plus courts que la moitié du cubitus. La série proximale du tarse est parfois soudée au tibia.

Les *Rhamphorhynchidæ* comprennent les genres *Scaphognathus*, *Rhamphorhynchus*, *Rhamphocephalus*, *Dimorphodon*.

Scaphognathus a un crâne massif, non pourvu de rostre. Ses narines sont petites et franchement séparées par une large barre osseuse de la fosse prélacrymale. Les dents sont sensiblement égales, presque verticales, et vont antérieurement jusqu'à l'extrémité des mâchoires et en arrière jusqu'à la limite postérieure de la fosse prélacrymale. Les bords alvéolaires sont presque droits, comme aussi le bord inférieur de la mandibule. Le cou est court et massif. La queue, inconnue.

Scaphognathus n'a qu'une espèce dans le catalogue de M. Lydekker (1) : *S. crassirostris*, dont le crâne a $0^{m},12$. Elle est jurassique. On sait que M. Newton (2) en a décrit une autre récemment *(S. Purdoni)*.

Rhamphorhynchus n'a point de dents dans la région antérieure des mâchoires. Celles de la mandibule sont presque de même volume et toutes inclinées en avant. Les narines sont de dimensions moyennes et séparées par une large barre osseuse de la fosse prélacrymale. Le bord alvéolaire du prémaxillaire est concave ; celui de la man-

(1) R. Lydekker. *Catalogue*, etc., p. 28.

(2) E. T. Newton. *On the Skull, Brain, and Auditory Organ of a New Species of Pterosaurian (Scaphognathus Purdoni), from the Upper Lias near Whitby, Yorkshire.* Philosophical Transactions Royal Society London. 1889, vol. 179 (B).

dibule convexe et le bord inférieur de cette dernière est concave. L'omoplate et le coracoïde peuvent être séparés ou ankylosés. Le cou est massif et modérément long. Il y a quatre ou cinq orteils fonctionnels au pied. Le pubis est étroit, allongé et replié, formant symphyse avec le même os de l'autre côté. L'ischium est anchylosé avec l'ilium. Le sacrum a de trois à cinq vertèbres. Il y a des membres postérieurs faibles. La queue est longue ; elle se termine par un appendice cutané, placé dans le plan médian du corps et servant de gouvernail ; de plus, tandis que, chez les Ptérodactyles à courte queue, la queue est flexible, ici la longue queue est rendue rigide sur toute son étendue par des tendons ossifiés.

Rhamphorhynchus a quatre espèces dans le catalogue de M. Lydekker (1) : *R. longicauda*, dont le crâne a $0^{m},043$; *R. muensteri* (*R. phyllurus* de Marsh, si remarquable par la conservation du patagium et de la feuille caudale) ; *R. gemmingi*, dont le crâne a $0^{m},125$, et *R. grandis*, dont le crâne a $0^{m},20$.

Elles sont toutes jurassiques.

Rhamphocephalus se distingue de *Rhamphorhynchus* en ce que les dents mandibulaires antérieures sont plus grandes que les postérieures, et par la grande contraction du crâne en arrière des orbites. L'omoplate et le coracoïde sont soudés ensemble.

Rhamphocephalus a deux espèces dans le catalogue de M. Lydekker (2) : *R. Bucklandi* et *R. depressirostris*, qui proviennent du jurassique inférieur.

Dimorphodon a les mâchoires dentées jusqu'à leurs extrémités. Les dents antérieures des deux mâchoires sont grandes, mais les inférieures sont très petites. Les narines sont grandes et séparées par une barre mince de la fosse prélacrymale. L'omoplate et le coracoïde sont soudés. La

(1) R. Lydekker. *Catalogue*, etc., p. 29.
(2) *Ibid.*, etc., p. 33.

rangée proximale du tarse est ankylosée avec le tibia. Il y a cinq orteils fonctionnels au pied.

Dimorphodon n'a qu'une espèce dans le catalogue de M. Lydekker (1) : *D. macronyx*. Son crâne mesure $0^{m},22$. Elle provient du Lias inférieur de Lyme Regis.

En résumé, *les Ptérosauriens sont des Reptiles constituant un ordre spécial, aujourd'hui complètement éteint, qui vécurent du Lias au Crétacé, doués du vol actif. Leurs ailes étaient surtout soutenues par le cinquième doigt de la main (correspondant à notre petit doigt) démesurément allongé.*

V

LES MAMMIFÈRES A PARACHUTE.

Les Mammifères ne possédant point de groupe complètement éteint dont tous les représentants soient adaptés au vol, comme les Ptérosauriens parmi les Reptiles, nous nous bornerons à passer en revue leurs ordres actuels, pour signaler d'abord ceux dont toutes les formes, ou quelques unes d'entre elles seulement, sont douées du pouvoir de voler. Nous examinerons ensuite ces formes avec quelque détail.

Les Mammifères peuvent être classés en treize ordres différents : les Monotrèmes, les Marsupiaux, les Édentés, les Ongulés, les Siréniens, les Cétacés, les Hyraciens, les Proboscidiens, les Carnivores, les Rongeurs, les Insectivores, les Cheiroptères et les Primates.

Les *Monotrèmes*, selon le distingué mammalogiste du British Museum, M. Oldfield Thomas (2), sont des mammifères aquatiques ou terrestres, *ovipares*, nourrissant leurs jeunes, dans une poche abdominale temporaire, avec du lait qui est expulsé des glandes mammaires par

(1) R. Lydekker. *Catalogue*, etc., p. 37.

(2) O. Thomas. *Catalogue of the Marsupialia and Monotremata in the Collection of the British Museum*. 8°. London. 1888.

les soins de la mère. Les conduits déférents de ces glandes ne s'ouvrent point à l'extrémité d'un mamelon, mais séparément, à la surface de la peau, au fond d'une poche où la tête du jeune est enfoncée et maintenue. Les oviductes débouchent isolément dans un cloaque qui n'a qu'un seul orifice pour l'expulsion des produits génitaux et des matières fécales. Le museau des Monotrèmes actuels est toujours prolongé en une sorte de bec aplati ou cylindrique. L'ouverture de l'oreille externe est dépourvue de pavillon. Les membres sont presque égaux, courts et puissants, et, dans une des deux familles, sont transformés en pattes natatoires. Le mâle des Monotrèmes possède un éperon corné perforé sur la face interne du talon, éperon qui est supporté par un os spécial attaché à l'extrémité inférieure du tibia. Cet éperon est en relation, par un conduit déférent, avec une glande placée sur la face postérieure de la jambe. La queue peut être courte et large, ou rudimentaire.

Au point de vue squelettique, les Monotrèmes ont des clavicules, de grands coracoïdes, des épicoracoïdes, ainsi qu'une interclavicule en forme de T et des os marsupiaux.

Le crâne a une boîte cranienne proprement dite lisse et arrondie, et un long museau destiné à supporter le bec corné. Les arcades zygomatiques sont complètes. Les narines internes sont fort rejetées en arrière, car elles se trouvent au-dessous du milieu de la boîte cranienne proprement dite.

Les Monotrèmes actuels n'ont pas de dents. Mais, en raison de la position systématique de cet ordre et se basant sur la présence de dents chez le jeune Ornithorhynque, on peut affirmer que leurs ancêtres en ont possédé.

Une partie des Monotrèmes *(Ornithorhynchidæ)* ont des plaques cornées sur le palais, jouant plus ou moins le rôle de dents; l'autre famille *(Echidnidæ)* n'en a même pas.

Les Monotrèmes comprennent l'Ornithorhynque et

l'Echidné. Cet ordre a pour habitat l'Australie, la Nouvelle-Guinée et leur voisinage immédiat.

Les *Marsupiaux*, d'après M. Oldfield Thomas encore, sont des mammifères terrestres arboricoles, dont les jeunes viennent au monde dans un état très imparfait et qui sont nourris par du lait que la mère leur projette dans la bouche, à l'aide de mamelles auxquelles ils sont solidement attachés pendant quelque temps après leur naissance. Ces mamelles sont toujours placées sur le ventre et le plus souvent sous un pli de la peau *(marsupium)*, qui a donné son nom à l'ordre.

Le cerveau des Marsupiaux est petit et ne montre que peu de circonvolutions. Le vagin est double, mais il devient fréquemment simple au fond. Les membres postérieurs sont toujours plus forts que les antérieurs et sont les agents principaux de progression. Il y a aussi toujours une queue, généralement longue et souvent préhensile. Il existe presque constamment des os marsupiaux (ils sont rudimentaires chez le Thylacine), qui n'ont d'ailleurs rien à faire avec la poche du même nom. Les clavicules ne manquent jamais, sauf chez les *Peramelidæ*.

Le crâne a généralement une petite boite cranienne et un long museau. Les os du nez sont grands et s'épanouissent en arrière. Les arcades zygomatiques sont complètes et l'os malaire s'étend jusqu'à la cavité articulaire pour la mandibule. L'orbite n'est jamais fermée en arrière par un cercle osseux. Le palais osseux présente des fontanelles entre les dernières molaires. Généralement la mâchoire a son angle inférieur plus ou moins infléchi, quoique ce caractère manque chez *Tarsipes*, et qu'il soit plus marqué chez certains Insectivores que chez divers Marsupiaux.

Les dents des Marsupiaux sont très variables. Elles nous montrent des exemples d'adaptation aux régimes graminivore, frugivore, insectivore ou carnivore. Il y en a généralement de 40 à 50 : de trois à cinq incisives, de *chaque côté*, en haut, et de une à quatre en bas; une canine

en haut et une en bas ; trois prémolaires en haut et trois en bas ; quatre molaires en haut et quatre en bas. Le nombre des dents peut, cependant, descendre à vingt-deux chez *Tarsipes*, tandis qu'il s'élève à cinquante-deux chez *Myrmecobius*.

La dentition de lait est toujours limitée à *une seule* dent (de chaque côté, en haut et en bas) : la dernière prémolaire a seule un prédécesseur. Encore cette dent de lait peut-elle être rudimentaire ou même absente.

Les testicules du mâle sont attachés en avant au lieu d'être placés en arrière du pénis, dont le gland est bifide.

La peau des Marsupiaux est couverte de poils et n'a jamais ni épines, ni écailles, ni plaques osseuses. Le pavillon de l'oreille est bien développé.

Il n'existe pas chez les Marsupiaux de placenta allantoïdien.

Le Kanguroo et la Sarigue sont de bons exemples de Marsupiaux.

Les Marsupiaux sont, aujourd'hui, limités à l'Amérique et à l'Australie.

Les *Édentés* (1) sont des Mammifères placentaires, mais dépourvus de caduque, dont la dentition est incomplète, parfois même nulle. Ils n'ont jamais d'incisives. Leurs molaires sont nombreuses et privées de racines comme d'émail. Leurs membres sont pourvus de gros ongles recourbés.

Ils ont des mamelles sur le thorax ; quelquefois, il y en a aussi sur l'abdomen ou dans la région inguinale.

Le cerveau est variable. Il peut être totalement dépourvu de circonvolutions et n'avoir qu'un très petit corps calleux.

Les Édentés se divisent en Phytophages et Entomophages. Comme le nom l'indique, les premiers se nourrissent de feuilles et les seconds d'insectes, principalement de fourmis.

(1) C. Claus. *Lehrbuch der Zoologie.* Marburg et Leipzig. 1885. p. 771.

Les Phytophages comprennent actuellement les paresseux, remarquables animaux confinés dans les grandes forêts de l'Amérique du Sud, où ils mènent une vie purement arboricole, suspendus, par leurs fortes griffes en forme de crochets, aux branches des arbres. Les Entomophages comprennent les fourmiliers, les pangolins, l'oryctérope et les tatous.

Les Édentés habitent l'Amérique du Sud, l'Afrique et le sud de l'Asie.

Les *Ongulés* comprennent les chevaux, les rhinocéros, les tapirs, les ruminants, les cochons et leurs parents, puis les chameaux. Tous les ongulés ont des dents de lait remplacées plus tard par une dentition définitive. Ils manquent de clavicules. Leurs membres n'ont jamais plus de quatre doigts dont les phalanges terminales sont enveloppées par des ongles épais ou sabots. Si la femelle a les mamelles inguinales, celles-ci sont peu nombreuses; au contraire, si les mamelles sont abdominales, il y en a beaucoup disposées en deux rangées le long du ventre. L'intestin a un cœcum énorme.

Les hémisphères cérébraux montrent des circonvolutions souvent très nombreuses.

Les *Siréniens* sont des mammifères aquatiques herbivores, à corps fusiforme non revêtu de poils, à membres antérieurs non transformés en nageoires, à nageoire caudale horizontale. Ils sont dépourvus de membres postérieurs.

Ils comprennent le dugong et le lamantin. Ces animaux habitent les grands fleuves et leurs estuaires. Ils n'ont jamais de nageoire dorsale. Leur museau est charnu et les narines parfaitement distinctes sont situées au-dessus de son extrémité. Il y a une troisième paupière bien développée. Le pavillon de l'oreille est absent. Les mamelles sont placées sur le thorax.

Le dugong vit sur les rivages de l'Océan Indien et de l'Australie. Le lamantin est confiné aux côtes sud-américaine et africaine de l'Atlantique.

Les *Cétacés* sont des Mammifères marins carnivores, à corps fusiforme, non revêtu de poils, à membres antérieurs transformés en nageoires, à nageoire caudale horizontale. Ils sont dépourvus de membres postérieurs.

Ils comprennent notamment la baleine et le dauphin.

Les *Hyraciens* ont été créés pour le daman (le lapin de la Bible) qui a beaucoup de rapports avec les Ongulés. Il vit dans les régions montagneuses du Cap de Bonne-Espérance, en Abyssinie et en Syrie.

Les *Proboscidiens* sont, comme tout le monde le sait, les éléphants.

Les *Carnivores* sont des Mammifères carnassiers, à système dentaire composé de trois incisives en haut et trois en bas, de canines très saillantes, de prémolaires pointues, d'une carnassière tranchante, et d'un petit nombre de molaires tuberculeuses, à doigts armés de griffes puissantes, munis ou non de clavicules rudimentaires.

Le chien et le chat en sont de bons exemples. A côté de ces carnivores fissipèdes, on doit placer les carnivores pinnipèdes (phoques) de mœurs amphibies.

Les *Rongeurs* sont des mammifères à doigts mobiles armés d'ongles, à système dentaire ne renfermant usuellement qu'une paire d'incisives taillées en biseau en haut et en bas, avec des molaires à plis d'émail transversaux et pas de canines.

Le rat, le lapin sont des rongeurs.

Les *Insectivores* sont des mammifères plantigrades à doigts armés de griffes, à système dentaire complet, à canines petites et à molaires pointues.

La taupe est un insectivore.

Les *Cheiroptères* sont des mammifères pourvus d'une dentition complète, de membranes cutanées entre les doigts allongés de la main et entre les membres et les parties latérales du tronc. Ils ont des mamelles pectorales.

Ce sont les chauves-souris.

Les *Primates* n'ont que deux incisives en haut et en bas de chaque côté. Ils ont des pieds préhensiles, des mains (au sens propre du mot) aux membres antérieurs, une face glabre, des orbites complètement osseuses. Enfin, ils ont des mamelles pectorales.

Exemples : lémuriens et singes.

Les Monotrèmes, les Édentés, les Ongulés, les Siréniens, les Cétacés, les Hyraciens, les Proboscidiens, les Carnivores et les Primates ne renferment aucune forme adaptée au vol. Les Marsupiaux, les Rongeurs et les Insectivores contiennent, au contraire, des espèces douées du vol passif : nous en parlerons dans la présente section de cet article. Les Cheiroptères sont les mammifères jouissant du vol actif : nous en traiterons dans la section suivante.

Selon M. Oldfield Thomas (1), il convient de diviser les Marsupiaux en six familles : les *Macropodidæ*, les *Phalangeridæ*, les *Phascolomyidæ*, les *Peramelidæ*, les *Dasyuridæ* et les *Didelphyidæ*.

Les *Phalangeridæ* renferment seuls des formes adaptées au vol passif. Cette famille contient des animaux menant une vie arboricole ; ils sont généralement phytophages. Ce sont aussi des grimpeurs, et un certain nombre sont pourvus de parachutes. Les membres antérieurs et postérieurs sont pentadactyles. Les doigts proprement dits sont presque égaux. Les membres postérieurs sont syndactyles, assez forts et bien développés ; le quatrième orteil est le plus long, mais le cinquième n'est pas beaucoup plus petit. Le premier orteil existe ; il est volumineux, opposable et dépourvu d'ongle. Sauf chez les *Phascolarctinæ*, la queue est longue et presque toujours préhensile. L'estomac est simple. Il y a un cœcum bien développé. La poche marsupiale existe et s'ouvre en avant.

(1) O. Thomas, *Catalogue*, etc., p. 2.

Si on exepte les *Tarsipedinæ*, qui sont anormaux, il y a de 26 à 36 dents. Il n'y a qu'une paire d'incisives inférieures.

La dentition de lait est rudimentaire.

Les *Phalangeridæ* habitent de Célèbes à la Tasmanie.

Ils se divisent en *Tarsipedinæ*, *Phalangerinæ* et *Phascolarctinæ*.

Les *Phalangerinæ* ont seuls des formes adaptées au vol. Ces Marsupiaux ont la queue longue et généralement préhensile. Leur museau est court et large. La langue n'est point susceptible d'être projetée hors de la bouche. Il n'y a point d'abajoues. Il existe un grand cœcum. L'estomac est simple. Les dents sont grandes et bien développées.

Les *Phalangerinæ* comprennent dix genres : *Acrobates*, *Distæchurus*, *Dromicia*, *Gymnobelideus*, *Petaurus*, *Dactylopsila*, *Petauroides*, *Pseudochirus*, *Trichosurus* et *Phalanger*. Trois de ces genres sont doués du vol passif ; ce sont : *Acrobates*, *Petaurus* et *Petauroides*. Ces trois genres se sont adaptés un parachute indépendamment, car, dit M. Oldfield Thomas, ils n'ont rien de commun entre eux ; au contraire, ils sont chacun apparentés à des genres sans parachutes. Ainsi *Petauroides* se rattache à *Pseudochirus* ; *Petaurus* à *Gymnobelideus* ; *Acrobates* à *Distæchurus*.

Acrobates est de très petite taille. Ses oreilles sont assez développées, peu poilues, mais ayant pourtant de petites touffes de poils près de leur base et sur les saillies de leur intérieur. *Les flancs sont garnis d'une membrane*, mais d'une membrane très étroite, si on fait abstraction des poils qui la bordent.

Elle va du cou au flanc et du flanc au genou, et est très rétrécie en son milieu. Il y a quatre mamelles chez *Acrobates*. Les doigts et les orteils ont des proportions normales, mais, devant comme derrière, il y a un coussin strié sur la face palmaire ou plantaire. Les doigts, si on les compte de dedans en dehors, se rangent comme suit par ordre de grandeur : le quatrième est le plus long,

puis viennent le troisième, le cinquième, le second et le premier. Les griffes sont tranchantes et bien développées, quoique peu saillantes comparées aux coussins. La queue a peu de poils dessus comme dessous, mais il y en a une large frange de chaque côté.

Il y a 36 dents.

Acrobates n'a qu'une espèce : *A. pygmæus*. Cette espèce est très délicate. Les poils sont flexibles, droits et soyeux. La couleur générale est le brun grisâtre. Le museau est nu et nettement délimité. Les oreilles sont de taille moyenne. Les bords antérieurs et postérieurs des membres et le bord du parachute sont garnis d'une frange de longs poils. Les mains et les pieds sont bruns au-dessus. Le pouce a une légère tendance à l'opposabilité.

L'Acrobate pygmée a de $0^m,064$ à $0^m,67$ de long pour la tête et le corps, et $0^m,069$ à $0^m,078$ pour la queue.

Il habite, en Australie, le Queensland, la Nouvelle-Galles du Sud et l'État de Victoria.

Il se nourrit (1) de feuilles, de fruits, de bourgeons et d'insectes. Il ne le cède pas aux autres animaux de la même famille en vivacité et en agilité. Comme eux, il peut, à l'aide de sa membrane, parcourir d'un bond des espaces considérables.

On dit qu'aux environs de Port-Jackson les colons et les indigènes aiment beaucoup cet animal et l'apprivoisent souvent.

Petaurus (2) est de taille moyenne ou petite. Sa fourrure est extrêmement douce et soyeuse. Ses oreilles sont assez grandes, ovales, presque nues et dépourvues de touffes de poils. *Ses flancs sont garnis d'un large parachute s'étendant depuis le bord externe du cinquième doigt de la main à la cheville où il s'attache juste au-dessus de la malléole interne du tibia.* Les doigts (antérieurs) croissent en allant

(1) A. E. Brehm. *La vie des animaux illustrée* (édition française de Z. Gerbe). Paris, J. B. Baillière et fils, p. 30.

(2) O. Thomas; *Catalogue*, etc., p. 50.

de dedans en dehors. Les griffes sont fortes et tranchantes, très recourbées. La queue est longue, également poilue tout autour de son extrémité. Il y a des glandes spéciales, caractères sexuels secondaires, sur les oreilles et la poitrine, plus développées chez le mâle que chez la femelle.

Il y a quarante dents.

Petaurus habite les régions australienne et papouasienne, de Gilolo à Victoria.

Il renferme trois espèces . *P. australis*, *P. sciureus* et *P. breviceps*.

P. sciureus a une fourrure douce, soyeuse, légèrement laineuse pourtant. Sa couleur générale est d'un gris tendre pâle. La face est plus claire; il y a une bande noire ou brune bien marquée, commençant entre les yeux et s'étendant sur la face dorsale. Le contour des yeux est plus sombre que son entourage, mais pas beaucoup. La face supérieure du parachute est d'un brun sombre ou grisâtre; ses bords sont frangés de blanc ou de jaune pâle. La face inférieure et interne des membres est blanche avec une teinte jaunâtre. La face externe des membres est de la même couleur que le dos. Les mains et les pieds sont blancs ou jaune-pâle au-dessus.

La tête et le corps de *P. sciureus* mesurent ensemble de $0^m,21$ à $0^m,25$; la queue de $0^m,25$ à $0^m,28$.

P. sciureus habite l'Australie orientale, du Queensland à l'État de Victoria.

C'est un animal sociable, dit Brehm (1), qui vit par petites familles, se nourrit de substances végétales et d'insectes, et fait des arbres son unique demeure. Tout le jour, il se tient caché dans la cime des arbres les plus touffus: il se blottit dans un creux ou entre deux branches, se roule en boule, s'enveloppe dans sa membrane aliforme et s'endort. A la tombée de la nuit, il s'éveille. Il grimpe sur les bran-

(1) A. E. Brehm. *Vie des animaux*, etc., p. 27.

ches avec une agilité surprenante; pour descendre, il saute en s'aidant de sa membrane aliforme qu'il ouvre comme un parachute. Le jour, il n'est plus le même animal; il paraît inanimé. Grognon, fuyant la lumière, il dort toute la journée; de temps à autre, il s'éveille pour manger; il va incertain, chancelant; il évite avec soin, on dirait même avec crainte, les rayons blessants du soleil. Mais qu'on l'observe par une de ces belles nuits claires de sa patrie, et l'œil aura de la peine à le suivre. Ses mouvements sont lestes et rapides comme ceux du singe le plus agile et de l'écureuil le plus souple. Tous les observateurs sont unanimes sur ce point. Ils disent que l'animal déploie dans ses mouvements autant de grâce que d'aisance, et qu'il est difficile d'en trouver qui lui soient supérieurs à cet égard. A terre, il est maladroit et marche mal; mais il ne s'y risque qu'à la dernière extrémité, quand les arbres sont trop éloignés pour que, même avec le secours de sa membrane, il puisse sauter de l'un à l'autre. Il fait des bonds énormes. *En sautant d'une hauteur de 10 mètres, il lui est possible d'atteindre un arbre éloigné de 25 ou 30 mètres.*

On ne saurait s'emparer de *P. sciureus* que pendant son sommeil. Un grimpeur habile peut alors facilement l'atteindre.

P. sciureus est un animal charmant en captivité. Il est très inoffensif, très doux, facile à apprivoiser, très vif, très gai la nuit; seulement, il est toujours un peu craintif.

On en trouve dans les maisons des colons et on en a emmené fréquemment de vivants en Europe.

Bennett a donné de nombreux détails sur ses mœurs en captivité.

Petauroides (1) est de grande taille. Sa fourrure est excessivement longue, douce et soyeuse. Ses oreilles sont très grandes et ovales. Leur face externe est couverte de poils;

(1) O. Thomas. *Catalogue*, etc., p. 163.

leur face interne est nue. *Les flancs sont garnis d'une membrane allant du poignet à la cheville, mais très étroite le long de l'avant-bras et de la jambe.* Les doigts sont presque égaux ; voici leur grandeur relative, en les comptant de dedans en dehors : quatrième, troisième, cinquième, deuxième, premier. Griffes très longues, fortement recourbées et pointues. Queue longue, cylindrique, uniformément fournie de poils, excepté juste au-dessous de son extrémité, où elle est nue et préhensile. Pas de glandes cutanées, autres que mammaires.

Il y a 40 dents.

Il n'y a qu'une espèce de *Petauroides: P. volans* (taguan), qui habite l'Australie, du Queensland à l'État de Victoria.

La couleur générale de cette espèce est d'un gris cendré sombre. Le dos n'a pas de coloration spéciale. La face inférieure du corps est blanche ou jaune pâle. Les faces externe et postérieure des membres sont noires ou brun sombre ; la face interne est blanche ou gris pâle. Les mains et les pieds sont bordés de poils nombreux et noirs.

La tête et le corps de *P. volans* mesurent ensemble $0^m,43$; la queue a $0^m,49$.

D'après Brehm (1), le taguan est un animal nocturne, qui reste tout le jour caché et endormi dans le creux d'un tronc d'arbre, où il se trouve à l'abri de ses ennemis.

Ses mouvements sont agiles, lestes, sûrs, bien plus que ceux de tous les autres *Phalangeridæ*. Il vole réellement (passivement, bien entendu) d'une branche à l'autre, fait des bonds prodigieux, grimpe avec rapidité, voyage ainsi d'arbre en arbre, de cime en cime. Dans ses bonds, on voit son poil long, soyeux et lustré, sur lequel la pâle clarté de la lune vient se réfléchir et se jouer, briller d'un éclat magique.

Le taguan se nourrit de feuilles, de bourgeons, de jeunes pousses, et peut-être aussi de racines. Très rarement

(1) A. E. Brehm. *Vie des animaux illustrée*, p. 29.

il descend à terre pour y chercher un supplément de nourriture. Autrement, il n'y va guère que pour gagner un arbre trop éloigné.

Il supporte longtemps la captivité, mais il est très difficile à attraper vivant, et les voyageurs européens ont souvent offert, mais en vain, des sommes considérables pour se le procurer.

La chair du taguan est très estimée, notamment par les indigènes de la Nouvelle-Galles du Sud.

Les Rongeurs nous présentent trois formes douées du vol passif : le Ptéromys, le Sciuroptère et l'Anomalure. Mais, pour bien montrer les relations de ces animaux, indiquons d'abord les divisions des Rongeurs.

Cet ordre se sépare d'abord en deux sous-ordres (1) : *Duplicidentés* et *Simplicidentés*.

Les *Duplicidentés* ont les dents incisives supérieures doubles, celles de la paire qui reste unique dans tous les autres genres étant doublées ici par une seconde paire plus petite qu'elles et placée à leur face postérieure. A ce caractère, qui a déjà quelque valeur, les Duplicidentés en joignent plusieurs autres, principalement tirés de la forme de leur crâne, qui est tout à fait différente de celle qui caractérise les Rongeurs ordinaires.

Les Duplicidentés sont les lièvres, les lapins et les Lagomys.

Les *Simplicidentés* n'ont jamais qu'une seule paire de dents incisives en haut comme en bas. Les Rongeurs adaptés au vol passif sont tous des Simplicidentés.

Les Simplicidentés se divisent en Sciuridés, Castoridés, Hystricidés, Cténomydés, Pseudostomidés, Dipodidés, Myoxidés et Muridés.

Les *Sciuridés* ont des dents molaires radiculées, au nombre de quatre paires à chaque mâchoire, et souvent de cinq à la supérieure ; le corps plus ou moins élancé ; la

(1) P. Gervais. *Histoire naturelle des mammifères*. Paris, 1854. Vol. I, p. 260.

queue assez longue et souvent floconneuse, toujours velue et portant quelquefois ses poils sous forme d'un panache élégant. Ce sont des animaux essentiellement granivores, dont les uns vivent sur les arbres, et les autres, au contraire, à la surface du sol où ils se creusent des terriers.

Les Sciuridés sont le Ptéromys *(Pteromys)*, la Marmotte *(Arctomys)*, le Spermophile *(Spermophilus)* le Sciuroptère *(Sciuropterus)* et l'Écureuil *(Sciurus)*. Ils renferment donc deux types adaptés au vol, sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure.

Les caractères des *Castoridés* consistent dans la disposition palmée de leurs membres postérieurs et dans la forme écailleuse et élargie en palette de la queue; cet organe concourt avec leurs pattes de derrière à les rendre bons nageurs.

Les Castoridés ne renferment que le Castor *(Castor)*.

Les Castoridés n'ont point d'espèces adaptées au vol.

Les *Hystricidés* ont une certaine ressemblance avec les cochons par la nature de leurs poils et en même temps par la forme de leur corps. Tous ont quatre paires de dents molaires, et ces molaires, égales entre elles, présentent à leur couronne des replis ou des enfoncements de l'émail qui donnent à la coupe de leur fût une figure plus ou moins compliquée. Leur taille est supérieure à celle de la plupart des autres Rongeurs, et c'est parmi eux que se place l'espèce la plus grande de cet ordre. Leur crâne se distingue par la présence d'une grande perforation sous-orbitraire recevant une partie du muscle masséter, et leur mâchoire inférieure a, sauf chez les Anomaluriens, une forme qu'on ne retrouve que chez les Octodontidés. Ce caractère consiste en ce que la courbe qui représente la surface extérieure de l'alvéole des dents incisives de la mâchoire inférieure passe en dedans du plan formé par l'apophyse angulaire de la même mâchoire, tandis que chez les autres Rongeurs il n'en est pas ainsi.

L'Anomalure *(Anomalurus)*, le Porc-Épic *(Hystrix)* et le Cochon d'Inde *(Cavia)* appartiennent aux Hystricidés, qui renferment donc une forme volante dont nous reparlerons tantôt.

Les *Cténomydés* n'ont pas tous le même extérieur, et leur séjour respectif est également différent : il y en a qui se tiennent sur les arbres, où ils vivent à la manière des Loirs et des Écureuils ; d'autres courent sur le sol, et quelques-uns sont même plus ou moins souterrains ; mais tous ont huit molaires (quatre paires à chaque mâchoire), et leur trou sous-orbitaire est fort grand. Leurs molaires sont plus ou moins simples à la couronne et sans racines distinctes.

Les Cténomydés comprennent les genres *Ctenomys*, *Pephagomys*, *Schizodon*, *Octodon* et *Abromys*. Ils sont tous américains.

Les Cténomydés n'ont aucune forme adaptée au vol.

Les *Pseudostomidés* comprennent des rongeurs exclusivement américains, dont les uns sont fouisseurs et les autres au contraire sauteurs. Leurs principaux caractères consistent dans leurs molaires simples et au nombre de quatre paires à chaque mâchoire, dans leurs grandes abajoues et dans la forme de leur crâne, dont le trou sous-orbitaire est petit et le plan de la fosse canine assez semblable à celui des Sciuridés.

Les Pseudostomidés comprennent les genres *Saccophorus*, *Aplodontia*, *Saccomys*, *Heteromys*, *Dipodomys* et *Macrocaulus*.

Les Pseudostomidés n'ont aucune forme adaptée au vol.

Les *Dipodidés* se font remarquer par l'énorme disproportion de leurs membres, dont les antérieurs sont courts et les postérieurs, au contraire, fort allongés, principalelement dans leur partie tarsienne. Leur métatarse présente une autre particularité encore plus singulière, consistant dans la soudure en un seul os, assez semblable mais non comparable comme le dit Paul Gervais au canon des

Oiseaux, de ses trois métacarpiens intermédiaires. Les Dipodidés ont encore la partie cérébrale du crâne renflée, la face étroite, le trou sous-orbitaire très grand, et les dents molaires au nombre de douze dans la majorité des cas.

Les Dipodidés comprennent les Gerboises *(Dipus)*, les Pédètes *(Pedetes)*, les Pétromys *(Petromys)*, les Cténodactyles *(Ctenodactylus)*.

Les Dipodidés n'ont aucune forme adaptée au vol.

Les *Myoxidés* ont, extérieurement, l'aspect des Écureuils, dont ils ont aussi les habitudes ; mais ils tiennent aussi des Rats sous certains rapports, et ils ont en particulier le crâne à peu près de la même forme que ces derniers. Ils sont principalement caractérisés par leurs dents molaires, qui sont en tout au nombre de seize, et qui ont la couronne marquée de plis transversaux de l'ivoire. Les molaires des Myoxidés sont pourvues de racines distinctes, comme celles des Sciuridés et des genres omnivores de la grande famille des Rats.

On ne trouve ces animaux que dans l'ancien monde.

Ils comprennent les Loirs *(Myoxus)* et les Graphiures *(Graphiurus)*.

Les Myoxidés n'ont aucune forme adaptée au vol.

Les *Muridés* sont, pour la plupart, de petites dimensions. Leurs dents sont presque constamment au nombre de trois paires à chaque mâchoire, et, au total, douze ; leurs formes rappellent plus ou moins celles du Rat.

Les Muridés comprennent les Rats-taupes *(Bathyergus, Georychus, Rhizomys, Siphneus, Spalax)* et les Muriens [Campagnols *(Arvicola)*, Lemmings *(Lemmus)*, *Ondatra*, Hamster *(Cricetus)*, Gerbille *(Gerbillus)*, *Sminthus*, *Meriones*, *Otomys*, *Phlæomys*, Rat *(Mus)*, *Dendromys*, etc.].

Retournons au *Pteromys* (1). Il appartient aux Sciuridés, nous l'avons dit. Il a la tête de la même forme que celle

(1) P. Gervais. *Mammifères*, etc., p. 296.

des Marmottes, surtout dans les parties osseuses. Les oreilles sont un peu plus grandes. Son corps est moins trapu. Sa queue est plus longue et en panache. *Une membrane s'étend sur les flancs entre les membres antérieurs et les membres postérieurs. Elle se prolonge en pointe saillante près du poignet.* Les dents molaires sont flexueuses à la couronne et faiblement rubanées, au nombre de cinq en haut (de chaque côté) et de quatre en bas (également de chaque côté). La première molaire supérieure est presque gemmiforme.

Les *Pteromys* sont des animaux de l'Asie méridionale et des îles de l'Inde. On en connaît plusieurs espèces, toutes plus ou moins remarquables par la vivacité de leurs teintes. On les appelle écureuils volants, mais il vaudrait mieux les appeler *marmottes volantes*, dit Paul Gervais.

Le *Pteromys*, selon Brehm (1), fréquente les forêts les plus épaisses et vit seul ou avec sa femelle, dort tout le jour dans le creux d'un arbre, en sort la nuit, grimpe, saute dans la cime des arbres, et montre une agilité, une rapidité, une assurance sans égales. *D'un bond, il peut passer d'un arbre sur un autre, non pas en ligne droite, il est vrai, mais en suivant une ligne déclive de haut en bas.*

Dans ces circonstances, sa membrane aliforme, qu'il tend en écartant horizontalement ses pattes, représente un vaste parachute à l'aide duquel il se soutient. Sa queue lui sert de gouvernail. Ses mouvements sont si rapides que l'œil a de la peine à le suivre.

L'ouïe et la vue sont les sens les plus parfaits du Ptéromys.

Il a bien moins d'intelligence et il est bien plus méfiant et plus craintif que les autres Sciuridés.

Le Ptéromys éclatant est marron foncé en dessus et roux

(1) A. E. Brehm. *Vie des animaux illustrée*, p. 53.

brillant en dessous ; sa queue est brun foncé ; le corps a $0^m,45$ et la queue $0^m,55$. On le trouve à Java et à Bornéo.

C'est un animal rare. En captivité, il est ennuyeux. Il dort tout le jour, s'agite brusquement la nuit, ronge les planches de sa cage et périt au bout de peu de temps, quelque soin qu'on en prenne.

Le *Sciuroptère (Sciuropterus)* ou *Polatouche* (1) appartient encore aux Sciuridés. Il rappelle l'écureuil par sa forme. Il est aussi pourvu *d'une membrane qui s'étend de chaque côté du corps, entre les membres antérieurs et postérieurs auxquels elle est fixée. Elle est velue comme chez les Ptéromys et fournit également à son porteur un véritable parachute, qu'il étend en écartant les membres et qui ralentit sa chute lorsqu'il s'élance d'un arbre sur un autre.*

Le crâne du Polatouche, au lieu de ressembler à celui d'une marmotte (comme celui du Ptéromys), ressemble à celui de l'écureuil. *La membrane du Polatouche se termine près du poignet par un lobe arrondi, tandis que celle des Ptéromys présente au même endroit une pointe saillante.* Enfin, les dents molaires ont la forme de celles des écureuils, tandis que celles des Ptéromys ont des sinuosités fort compliquées de l'émail qui indiquent un acheminement vers la forme des dents rubanées.

Les Polatouches ont les yeux fort gros.

L'Europe, l'Asie, l'Afrique ont des Polatouches.

L'espèce européenne est le *Sciuropterus volans*, qui est gris cendré en dessus, blanc en dessous, à poils doux et fins, à queue très fournie et distique. Son corps est long de $0^m,15$ et sa queue de $0^m,12$.

Le *Sciuropterus volans*, dit Brehm (2), vit dans les grandes forêts de bouleaux, et dans celles où alternent les pins et les bouleaux. Son pelage a la couleur de leur écorce. Le polatouche de Sibérie vit seul ou par paires et ne quitte

(1) P. Gervais. *Mammifères*, etc., p. 301.
(2) A. E. Brehm. *Vie des animaux illustrée*, etc., p, 55.

pas les bois. Il dort toute la journée dans le creux d'un tronc d'arbre, enroulé sur lui-même, la queue ramenée par-dessus la tête. Il en sort au crépuscule, et c'est à ce moment que commence sa véritable vie. Il est aussi leste que l'écureuil. Il grimpe à merveille, saute de branche en branche, et *avec l'aide de sa membrane aliforme fait des bonds de 20 à 25 mètres d'étendue.* Il s'élève jusqu'à la plus haute branche et s'élance de là sur les branches les plus basses d'un autre arbre voisin. A terre, il est aussi maladroit qu'il est agile sur les arbres; sa marche est chancelante; sa membrane aliforme, qui lui pend sur les côtés, en formant des plis, le gêne dans sa course.

Il se nourrit des bourgeons, des jeunes pousses et des chatons du bouleau ; au besoin, il se contente des pousses et des bourgeons des pins. Il s'assied pour manger comme le font les écureuils, et porte sa nourriture à la bouche avec ses pattes de devant. Il a toutes les habitudes de notre écureuil, si ce n'est qu'elles sont absolument nocturnes.

A l'entrée de l'hiver, il s'endort, mais d'un sommeil interrompu ; les jours où la température est un peu plus douce, il court pendant quelques heures pour chercher de la nourriture.

Quand il est sur le point de mettre des petits au monde, il approprie un de ses nids, ou le nid abandonné d'un oiseau, principalement ceux qui sont contruits dans le tronc creux d'un arbre et à la plus grande hauteur possible. Il en remplit toute la cavité de mousse et en bouche avec soin l'ouverture.

La femelle met bas deux ou trois petits, qui naissent nus et aveugles. Pendant longtemps, ils ne peuvent se suffire à eux-mêmes. Le jour, la mère les enveloppe dans sa membrane pour les réchauffer et les allaiter facilement. Quand elle sort durant la nuit elle a soin de les recouvrir de mousse. Ce n'est que dix jours après la naissance que les yeux s'ouvrent et que les poils commencent à pousser.

On chasse le polatouche, dont la fourrure, d'ailleurs mauvaise, n'est utilisée que par les Chinois.

Le polatouche de Sibérie ne supporte point longtemps la captivité.

L'*Anomalure (Anomalurus)* (1), nous croyons devoir le rappeler, ne se range point comme le Ptéromys et le Polatouche dans les Sciuridés, mais il fait partie des Hystricidés. Ce n'est donc ni une marmotte volante, ni un écureuil volant. C'est, si on peut le dire (car il n'en a pas les piquants), un porc-épic volant.

L'anomalure a une membrane semblable à celle du Ptéromys et à celle du polatouche, *s'étendant entre les quatre membres.* Mais, de plus, il y a une *membrane interfémorale tendue entre les membres postérieurs et embrassant la base de la queue* qui, à sa face intérieure, porte des écailles imbriquées.

Les ongles de l'anomalure sont plus arqués et plus comprimés que ceux des *Pteromys*. La queue de l'anomalure est longue, en partie libre et en forme de panache. Elle présente un caractère fort singulier dans les grosses écailles cornées, imbriquées les unes sur les autres, qui garnissent sa base en dessous. Cependant, le pelage est doux et souple, et il n'y a aucune trace de piquants sur les diverses parties du corps. Les oreilles sont de grandeur ordinaire et en partie nues ; les moustaches sont fort longues.

Les incisives sont lisses à leur face antérieure. Les molaires, au nombre de quatre paires, sont assez semblables à celles des animaux qui avoisinent les porcs-épics. Elles ont des racines distinctes et leurs couronnes, au moment où l'usure les a peu entamées, montrent quatre îles ovalaires d'émail, entourées par un grand cercle un peu flexueux. Ces dents, dit Paul Gervais, sont faiblement décroissantes de la première à la dernière pour chaque mâchoire.

(1) P. Gervais. *Mammifères*, etc., p. 355.

Le crâne des anomalures a un grand trou sous-orbitaire.

La structure de leurs membres indique une plus grande aptitude pour grimper que chez les autres Rongeurs; *elle indique aussi un vol plus sûr que celui des Ptéromys et des Polatouches.* Les écailles sous-caudales sont disposées de manière à arc-bouter contre les écorces des arbres lorsque les anomalures s'arrêtent dans leur course le long des troncs et sur les branches les plus verticales. Les allures de ces animaux sont très vives et fort gracieuses, ajoute encore Paul Gervais; lorsqu'ils volent (passivement), ils se dirigent obliquement, et de haut en bas d'un arbre à un autre. Ils semblent, d'ailleurs, calculer avec une extrême précision la direction qu'il convient de suivre pour arriver juste au point qu'ils se proposent d'atteindre.

Il y a plusieurs espèces d'anomalures.

L'*Anomalure de Fraser (Anomalurus Fraseri)* a le pelage très moelleux, plus long sur le dos, roux tiqueté avec la base des poils bruns; le dessus de la tête et le nez sont roux gris; les quatre pattes, la moitié postérieure de la queue et la base des oreilles cannelle foncée; le dessous du corps est jaunâtre enfumé, plus foncé sous la tête et le cou, ainsi que sous la membrane et à la région du tronc. Il y a dix écailles sous-caudales.

L'anomalure de Fraser habite l'île de Fernando-Po, sur la côte occidentale d'Afrique.

Après les Rongeurs volants, il nous reste à parler d'un Insectivore volant, pour achever ce que nous avons à dire des Mammifères à parachute.

Exposons d'abord brièvement la classification des Insectivores, pour faire bien saisir la position systématique de notre type, qui est le Galéopithèque *(Galeopithecus).*

Les Insectivores comprennent les Érinacidés, les Macroscélidés, les Soricidés, les Talpidés, auxquels il faut ajouter les Galéopithécidés.

Les *Érinacidés* renferment les *Tupaia*, qui vivent sur

les arbres et ont les formes les plus gracieuses ; les Hérissons *(Erinaceus)*, qui se tiennent à terre, ont le corps plus ramassé et la queue rudimentaire, les Tanrecs *(Centetes)*, qui représentent les Hérissons dans la faune de Madagascar ; enfin, les *Gymnura*, qui sont les seuls Érinacéidés propres aux îles de la Sonde et ont une queue longue et nue, ainsi que des dents plus nombreuses que les genres précédents.

Les Érinacéidés n'ont pas de formes adaptées au vol.

Les *Macroscélidés* ont les pieds longs et sont essentiellement des animaux sauteurs. Ils comprennent les *Macroscelis*, les *Petrodromus* et les *Rhynchocyon*. Aucune de ces formes n'est adaptée au vol.

Les *Soricidés* ont l'apparence extérieure des Rats, mais leur museau est en trompe pointue ou aplatie. Les dents sont serrées ou inégales, les extérieures plus fortes étant séparées des plus reculées par d'autres dents plus petites.

Les Soricidés comprennent les Musaraignes *(Sorex)*, les *Solenodon*, et les Desmans *(Myogale)*. Aucune de ces formes n'est douée du pouvoir de voler.

Les *Talpidés* sont des insectivores fouisseurs, comme chacun le sait. Ils comprennent les *Chrysochloris*, les *Scalops*, les *Condylura* et les taupes *(Talpa)*. Comme cela va de soi, aucun de ces genres n'a le pouvoir de voler.

Les *Galéopithécidés* (1) sont caractérisés par la disposition pectiniforme des incisives inférieures, par l'état incomplet du cercle osseux de leur orbite, par la présence de deux mamelles de chaque côté de la poitrine, par la forme comprimée de leurs ongles, par la non-opposabilité du pouce même aux membres postérieurs, enfin, *par la présence, de chaque côté du corps, depuis l'épaule jusqu'à l'extrémité de la queue, d'une membrane servant de parachute et dont*

(1) P. Gervais. *Mammifères*, etc., p. 177.
W. Leche. *Ueber die Säugethiergattung Galeopithecus. Eine morphologische Untersuchung.* Kgl. Vetensk. Akad. Handl. Stockolm. 1886.

les Galéopithèques peuvent s'aider pour franchir en volant des distances considérables.

Les Galéopithèques *(Galeopithecus)* sont des animaux essentiellement grimpeurs. Leur membrane aliforme est mise en mouvement par les membres à la manière d'un parachute. *Cette membrane s'arrête aux poignets et aux chevilles, mais une véritable palmature s'étend aussi entre les doigts qui ressemblent par leur forme à ceux des pieds des chauves-souris. La membrane aliforme est velue sur toute son étendue; entre les membres postérieurs, elle a une forme anguleuse, le sommet étant soutenu par l'extrémité de la queue.*

Les poils sont doux au toucher et la tête est assez large, médiocrement allongée et un peu aplatie.

Les incisives supérieures sont au nombre de deux paires. Chose remarquable, celles de la deuxième paire ont deux racines. La dent canine a aussi deux racines. Il y a ensuite cinq molaires de chaque côté et toutes ont trois racines.

A la mâchoire inférieure, il y a trois paires d'incisives proclives qui, dans les deux premières, ont l'aspect d'un véritable peigne.

Les Galéopithèques n'existent que dans les îles de l'Inde ; ils vivent dans les forêts, dit Paul Gervais, à qui nous empruntons les renseignements qui précèdent, ils sont très agiles, même lorsqu'ils sont à terre, et ils courent facilement. Dans la marche, leurs membranes pendent à la manière des écureuils-volants. Lorsqu'ils veulent passer d'un arbre à un autre, ils les étendent, et l'on assure que la distance qu'ils peuvent ainsi parcourir est d'une centaine de mètres.

Les Galéopithèques sont des animaux nocturnes et jusqu'à un certain point omnivores. Ils aiment, cependant, surtout les insectes et ils prennent même les petits oiseaux pour les dévorer.

Nous devons la connaissance de ces animaux aux voyageurs hollandais du XVIIe siècle.

Le *Galéopithèque volant (Galeopithecus volans)*, une des trois espèces connues, habite Java, Sumatra et Bornéo. Il est gris foncé ou noirâtre en dessus, avec des mouchetures blanches et comme jaspé. Le dessous de son corps et de sa membrane est gris fauve. Enfin ses pattes sont noirâtres et pointillées de blanc. Sa longueur totale est voisine de $0^m,50$.

Tous les Galéopithèques sont nocturnes, dit Brehm (1). Pendant le jour, ils s'accrochent par les pattes de derrière et la tête en bas comme les chauves-souris ; ils se réunissent souvent en grand nombre sur les cimes feuillues des arbres. Quand vient la nuit, ils s'éveillent, se suspendent par les quatre pattes, le corps en bas, nettoient et lissent leur pelage et finissent par monter sur les branches, si leurs griffes pointues leur permettent d'y grimper.

La femelle du Galéopithèque a un ou deux petits qui, aussitôt nés, s'attachent sur sa poitrine ; elle les aime et les soigne avec le plus grand dévouement.

Les indigènes chassent le Galéopithèque pour sa chair.

En résumé, les *Mammifères à parachute sont des formes douées du vol passif. Leur appareil du vol est constitué par des expansions cutanées non pourvues d'un squelette spécial. Ce patagium peut être considéré comme très voisin de ce qu'était le patagium des Cheiroptères quand ceux-ci n'étaient encore doués que du vol passif.*

L. Dollo.

(A suivre.)

(1) A. E. Brehm. *Vie des animaux illustrée*, p. 149.

LE CAUCASE PRÉHISTORIQUE

D'APRÈS M. ERNEST CHANTRE (1)

Le mot d'Asie évoque les plus étranges, et en même temps pour nous les plus intéressants souvenirs. Les montagnes du Kurdistan et de l'Asie Mineure ont été les premières étapes de nos pères vers l'occident. Ce sont des tribus parties probablement de l'Inde au delà du Gange qui nous ont apporté les premières notions de la métallurgie, c'est en Asie que la plupart des nations ont placé le berceau de leurs dieux ; le grand drame de l'histoire n'est, d'après Élisée Reclus, qu'une lutte incessante entre l'Europe et l'Asie.

Cette contrée nous a donné le spectacle des plus grandes manifestations, comme des plus grandes aberrations de l'esprit humain. Visitée par les Égyptiens et les Phéniciens, théâtre des conquêtes d'Alexandre, témoin tour à tour des progrès de l'Islam et des victoires des croisés, décrite par les voyageurs illustres des principales nations de l'Europe, explorée par les naturalistes, ressuscitée pour ainsi dire par les magnifiques découvertes des assyriologues, l'Asie occidentale a été peu à peu conquise à la science.

Il y a néanmoins une partie de cette région qui n'a été étudiée que très imparfaitement au point de vue anthropologique : c'est le Caucase. C'est au Caucase cependant que certains savants

(1) *Recherches anthropologiques sur le Caucase*, par M. Ernest Chantre. — Paris, Reinwald.

placent le centre de dispersion des races blanches, nommées aussi caucasiques; c'est du Caucase surtout que quelques archéologues, et parmi eux M. Lenormant, font dériver la civilisation néolithique et celle de l'âge du bronze.

M. Chantre croit que c'est sur les données de la Bible que l'on a placé au Caucase le point de départ des races blanches. Il me semble qu'il y a là une erreur. La Bible ne dit rien de semblable : " Ils partagèrent entre eux les îles des nations, s'établissant en divers pays, où chacun eut sa langue, sa famille, et son peuple particulier „. Et c'est tout.

" La bénédiction du Seigneur dilata d'abord Japhet „, dit le R. P. Vanden Gheyn dans son intéressant travail sur *L'Humanité postdiluvienne,* " c'est-à-dire que l'accroissement providentiel fit prendre les devants aux Japhétites dans la voie de l'émigration. Cette hypothèse est conforme avec les données de la philologie, qui place les origines du peuple aryaque aux bords de l'Oxus et de l'Iaxarte „.

M. Maury dit également : " Le type blanc semble avoir son berceau dans le plateau de l'Iran, d'où il a rayonné dans l'Inde, l'Arabie, la Syrie, l'Asie Mineure et l'Europe, circonstance qui a fait donner à la race blanche le nom de caucasique. „

C'est pour étudier la question des origines de notre civilisation que M. Chantre, préparé par une série importante de travaux préhistoriques, parmi lesquels nous signalerons sa belle publication sur l'âge du bronze, a entrepris l'exploration du Caucase. Nul mieux que lui n'était en position de tenter et de mener à bout une entreprise aussi ardue. Il avait pris part au Congrès anthropologique de Moscou ; il avait visité les collections recueillies au Caucase ; les recommandations qu'il put obtenir, grâce à ses relations, lui furent d'un grand secours lorsqu'il fut chargé par le ministère de l'instruction publique d'une mission scientifique dans la Russie méridionale. C'est au savant Frédéric Bayern qu'il dut de pouvoir faire des fouilles en Géorgie et étudier plusieurs collections intéressantes. Chargé d'une nouvelle mission en 1884, il reprit la suite de ses travaux sur les nécropoles préhistoriques, et opéra une série de mensurations sur les populations actuelles.

De ces explorations sont sortis trois volumes d'un grand intérêt, comprenant : *Le Caucase préhistorique ; — Le Caucase protohistorique ; — Le Caucase moderne.*

Nous ne nous occuperons que des deux premières parties, qui rentrent plus spécialement dans le cadre de nos études.

Période préhistorique.

Aux évolutionnistes qui donnent pour ancêtre à l'homme un anthropopithèque de l'époque tertiaire, M. Chantre affirme qu'aucune découverte relative à cet important problème n'a été faite dans la région caucasique.

Même à l'époque quaternaire, il ne faut pas s'attendre à trouver de nombreux vestiges de l'homme. L'isthme ponto-caspien semble n'avoir pris son relief qu'au début de cette époque. D'après M. Abich et M. Ernest Favre, les cônes trachytiques constituant les plus hauts sommets de la chaîne ne datent que de cette époque. La période glaciaire, postérieure au soulèvement, a laissé des traces remarquables de son établissement dans les vallées ponto-caspiennes. Les observations de M. Favre et celles de M. Ernest Chantre, sur les dépôts morainiques et les blocs erratiques, ne permettent à ce sujet aucun doute.

S'il faut en croire les géologues qui ont parcouru le Caucase, les glaciers ont occupé sur le versant septentrional une étendue plus considérable que sur le versant méridional, et ils sont descendus beaucoup plus bas sur celui des deux versants qui est tourné au nord. Il semble donc que c'est dans les alluvions et les grottes des vallées méridionales que l'on devrait trouver de préférence des vestiges paléontologiques et anthropologiques de l'époque paléolithique. C'est le contraire qui a lieu. Les spécimens de la faune quaternaire qu'on possède au musée de Tifflis viennent presque tous des dépôts de transport du versant septentrional. Ce sont deux molaires d'*Elephas antiquus*, et trois d'*Elephas primigenius*. M. Felitzine, dans sa carte encore inédite des stations archéologiques de la province du Kouban, signale de nouvelles découvertes, mais M. Chantre ne peut donner sur elles aucun renseignement sérieux. Sur le versant méridional, il n'y a que la grotte de Rgani, très imparfaitement fouillée, qui ait fourni des ossements humains pêle-mêle avec des ossements d'animaux, parmi lesquels on a cru reconnaître des restes d'*Ursus spelæus*. Tous ces os avaient été fendus, avaient subi l'action du feu, et portaient les traces de dents de carnassiers, peut-être d'hyènes. On serait tenté d'y voir les restes des repas d'une tribu d'anthropophages. Mais à quelle époque faire remonter l'existence de ces peuplades sauvages? Mystère! Ces découvertes, peu nombreuses et peu intéressantes, attestent cependant la présence au Caucase de l'homme habitant des grottes, et celle d'une faune quaternaire analogue à celle du reste de l'Europe.

Les vestiges de la civilisation néolithique sont plus nombreux au Caucase, et il en doit être ainsi, que l'idée d'élever des habitations sur pilotis et de construire des dolmens soit partie de l'isthme ponto-caspien, ou soit venue de l'Asie méridionale; que celui-ci ait été le pays d'origine, ou simplement le point de jonction entre l'Europe et l'Asie.

Ces vestiges consistent en grattoirs, lames, couteaux et flèches, dont la matière est le silex ou l'obsidienne, en hachettes et marteaux, avec et sans trou d'emmanchure, le plus souvent en diorite. Ces haches-marteaux se rapprochent par la forme de celles de l'Europe centrale.

Les dolmens sont assez nombreux au Caucase. Signalés en 1818 par Taitbout de Marigny, en 1830 par Bell, et en 1833 par Dubois de Montpéreux, ils furent plus sérieusement étudiés en 1865 et en 1870 par Bayern et plus récemment par Felitzine. Ils constituent deux groupes principaux, celui de la mer Noire et celui du Kouban. Le groupe de la mer Noire est placé dans les gorges du nord-ouest du Caucase, qui contiennent des matériaux propres à ce genre de construction dans le crétacé inférieur et le flysch. Ces dolmens sont ordinairement de forme quadrangulaire, et quelquefois de grande dimension. Dans la plupart, la dalle qui ferme l'entrée est percée d'une ouverture circulaire.

Le groupe du Kouban comprend la série de l'Atakoum et de Vladimirska ; celle qui est située entre les rivières Abin et Khable ; celle de Dakhousk au confluent de la rivière Dako et de la Belaya, et enfin la quatrième série, qui se trouve au confluent du Khodz tributaire de la Laba, et de la rivière Gourmaï. Ces derniers dolmens ont été l'objet d'une étude spéciale de M. Felitzine. Ils sont tantôt groupés et tantôt isolés. Généralement situés sur un tertre ou une légère ondulation, ils sont quadrangulaires, le sol est pavé avec soin, la couverture dépasse ordinairement les parois verticales qui, à l'intérieur, sont souvent très bien taillées.

Les matériaux sont les schistes cristallins et la dolomie. L'ouverture se trouve presque invariablement du côté sud, et la dalle qui ferme l'entrée est percée un peu au-dessus du centre d'un trou rond ou ovale comme dans quelques-uns de nos dolmens français.

Pour les montagnards du pays, ces constructions ont été édifiées par des géants pour un peuple lilliputien ; l'ouverture ronde ou ovale était l'entrée de ces étranges habitations. La même légende existe touchant les dolmens de l'Atakoum et de la Crimée.

Les fouilles faites dans les dolmens des divers groupes n'ont donné que de rares objets, la plupart évidemment postérieurs à la construction de ces monuments mégalithiques : quelques ossements humains, quelques crânes brachycéphales, deux fusaïoles, une perle en verre bleu et un vase en terre brisé, sont les seuls restes qui paraissent remonter à l'époque néolithique. C'est donc autant, et même plus, par l'analogie de construction que par le mobilier, que ces dolmens ont été datés. Les dolmens du Caucase présentent une telle ressemblance avec ceux des autres régions qu'on peut raisonnablement leur attribuer la même origine. Mais quelle a été cette origine ? La question est loin d'être tranchée.

Pour ceux qui pensent que les dolmens, habitations des morts, ont dû être élevés sur le modèle de la grotte, demeure des vivants, il ne doit pas exister, suivant M. Chantre, plus de raison d'en chercher l'origine dans les contrées hyperboréennes, où aucun dolmen n'a jamais été rencontré, que dans le Caucase, où l'on rencontre des dolmens, mais où la grotte fait défaut. Le Portugal, la France, et d'autres contrées de l'Europe, où il ne manque pas de grottes naturelles, qui ont servi de demeure aux morts après avoir servi d'habitation aux vivants, auraient plus de droit à revendiquer la priorité. Cependant si, comme quelques-uns l'ont cru, l'ouverture ronde ou ovale d'une des parois du dolmen présente une idée de religiosité, c'est plutôt vers l'Extrême-Orient, berceau d'importantes manifestations religieuses, que les savants doivent tourner leurs regards. C'est l'Inde qui renferme le groupe le plus oriental de dolmens, et dans ce groupe la plupart des dalles qui ferment l'entrée offrent une ouverture circulaire.

Il existe également dans le Caucase une dizaine de localités connues, où l'on rencontre des blocs erratiques quelquefois garnis de cupules ou écuelles, qui ont donné lieu à diverses légendes, et qui portent les noms de " pierre du diable, pierre des bergers, pierre d'Ali ", rappelant les légendes que les habitants de la Suisse, du Jura, du Dauphiné ou de la Savoie racontent au sujet des mégalithes de leur pays.

Les grottes naturelles ou artificielles, taillées de toutes pièces dans le crétacé supérieur et la molasse, ou bien élargies dans les fentes naturelles des trachytes et des domites, sont en assez grand nombre au Caucase.

Quelques archéologues, et parmi eux M. Bertrand, ont cru trouver dans la région caucasique l'origine et le point de départ

des cités lacustres. Ils s'appuient sur l'autorité d'Hippocrate qui, parlant des populations des rives du Phase, dit qu'elles habitent dans des maisons faites de roseaux et construites sur les eaux mêmes. De nos jours encore les habitants de Poti et de plusieurs villages situés à l'embouchure de ce fleuve élèvent leurs demeures sur des massifs de maçonnerie ou sur des pilotis. De l'embouchure du Phase aux lacs italiens, en passant par la vallée du Danube, la civilisation néolithique a laissé des témoins sur les lacs intermédiaires. De Belgrade au lac de Constance d'un côté et au lac de Garde de l'autre, on trouve les lacs de Neusiedel, d'Attersee, de Traunsee, de Mund et de Gmund, de Keutschach et de Laybach, gardant tous des vestiges de palafittes.

Bayern, en 1849, est le premier qui ait signalé des palafittes au Caucase dans les lacs de Gok-tchaï, de Toporovan et de Paleostrom, dans la plupart de ceux qui bordent le littoral de la mer Noire, ainsi que dans les marais qui existent à l'embouchure de la Koura. Quand il découvrit ces palafittes, Bayern en ignorait la signification; Keller n'avait point encore inauguré, sur le lac de Zurich, cette série de découvertes qui ont jeté un si grand jour sur l'époque néolithique. M. Chantre n'a pu vérifier l'exactitude des affirmations de Bayern. Il se disposait à explorer les palafittes du lac de Paleostrom, quand il en fut empêché par la fièvre. Il dut se contenter du récit des pêcheurs, qui attribuent aux Turcs la construction des pilotis. Les faits toutefois lui paraissent insuffisants pour affirmer l'origine colchidienne des cités lacustres.

On croit généralement que la plupart des animaux domestiques, tels que le chien, le mouton, la chèvre, le bœuf, le cochon et le cheval, ont apparu avec la civilisation néolithique, en même temps que la hache polie, la poterie, les monuments mégalithiques, les idées religieuses et le culte des morts. Nous faisons nos réserves sur plusieurs de ces points, admis jusqu'à ce jour par la plupart des savants qui se sont occupés d'études préhistoriques; nous ne croyons pas à l'absence d'idées religieuses à l'époque quaternaire, et ce n'est point seulement à l'époque néolithique qu'a commencé le culte des morts. Le soin avec lequel les chasseurs de rennes de Solutré enterraient leurs morts, les objets qu'ils avaient soin de placer dans leur tombe, la nature même de ces objets indiquent bien la croyance à une vie future.

Il y aurait de nombreux et instructifs rapprochements à faire entre les sauvages de Solutré et les Indiens d'Amérique : même

vie aventureuse, à la recherche du gibier qui fait le fond de la nourriture, même développement des facultés physiques, même adresse, même finesse pour se procurer les choses nécessaires à la vie ; rudiments d'idées artistiques, représentation grossière des hommes et des animaux; pourquoi les Solutréens ne seraient-ils point arrivés comme les Indiens à la conception d'un être supérieur?

L'usage de la poterie se rencontre déjà en Belgique et très probablement en France à l'époque moustiérienne. On a de même constaté, dans quelques stations quaternaires, la présence du mouton, du chien, du coq et même du paon.

Ces réserves faites, nous sommes parfaitement d'accord avec M. Chantre pour admettre que les populations paléolithiques sont arrivées d'elles-mêmes à la domestication des animaux utiles, domestication qui a pu être perfectionnée plus tard, lorsque le changement de climat, amenant de nouvelles conditions d'existence, les força à quitter leur vie aventureuse et à adopter de nouveaux usages.

Nous croyons que le changement de climat coïncide avec de notables modifications dans la hauteur des montagnes et dans la forme des continents, et que ces changements admis par Archiac, Hébert, Mercey, Tardy, etc., ont dû s'opérer brusquement. Mais avant cette espèce de cataclysme, il y avait déjà eu à la fin de l'époque quaternaire mélange entre les races, puisqu'on rencontre des brachycéphales dans les stations paléolithiques. Ce mélange a persisté longtemps pendant l'époque néolithique, comme en témoignent les crânes dolichocéphales recueillis par le Dr Pruner-Bey dans les dolmens de la Lozère.

Peut-on dire avec certitude que le lieu d'origine de la nouvelle race ait été le Caucase? Pour M. Chantre, les palafittes n'apportent pas de preuves péremptoires, les animaux domestiques non plus. Le type des bœufs qnaternaires était très répandu en Europe et dans l'Asie occidentale. D'après Sanson, le *Bos asiaticus*, analogue à celui de la Camargue, viendrait des rivages de la mer de Chine.

Le cheval a servi de nourriture à l'homme paléolithique. Il vivait non seulement en Europe, mais dans toute l'Asie mineure, et parcourait les bassins de la mer Caspienne, de la mer Noire, l'Arménie et le Caucase.

Le chien domestique ne semble pas avoir existé à l'époque quaternaire. Deux chiens sauvages vivent entre l'Himalaya et la côte de Coromandel, le *Colson* et le *Buansu*, qui on des ressem-

blances ostéologiques très marquées avec les chiens néolithiques. Le *Caberu,* grand lévrier sauvage de l'Abyssinie, a été domestiqué par les Égyptiens de la troisième dynastie.

La chèvre peut dériver du bouquetin ou de l'égagre, de l'île de Crète, de l'Arménie, de la Perse aussi bien que du Caucase. Le mouton aurait pour ancêtre le mouflon, dont l'aire de dispersion comprend la Corse, Chypre, l'Asie Mineure, l'Arménie, le Caucase, et qu'on rencontre jusqu'à l'Himalaya et au Thibet.

Le cochon dérive du sanglier, et se trouve en Asie et en Europe, mais le porc qui se rapproche le plus de celui des tourbières existe en Cochinchine.

Il résulte de tous ces faits que ce n'est point exclusivement dans la région comprise entre la Méditerranée, la mer Noire, la mer Caspienne, l'Ararat et le Caucase qu'il faut chercher l'origine de nos animaux domestiques.

Quant aux céréales, le seigle, le blé, l'orge et le lin semblent au Caucase être très près de leur lieu d'origine, s'ils n'y sont pas en réalité.

Il reste donc probable que les animaux domestiques et les céréales ont été introduits par les importateurs de l'industrie néolithique, et que ceux-ci, partis de l'Inde ou simplement des régions iraniennes, ne sont arrivés en Europe qu'après avoir fait un long séjour sur les plateaux de l'Arménie, dans les vallées du Caucase et en Asie Mineure.

Époque du bronze.

Il est vraisemblable que ce sont les populations néolithiques qui ont tracé la route aux importateurs du bronze, et suivant toute probabilité, c'est l'Inde qui a transmis à l'Occident les premières notions de la métallurgie ; néanmoins aucune trouvaille importante n'a permis de rattacher d'une façon certaine les vestiges de l'âge du bronze européen aux civilisations anciennes de l'Orient. Le classement des pièces importées et des produits locaux conduit d'un côté en Grèce et en Asie Mineure, et de l'autre, vers la mer Noire par le Danube et le Dniéper. Le Caucase n'a donné lieu qu'à des découvertes en partie discutables.

Lenormant, marchant sur les traces de Dubois de Montpereux et du baron d'Ekstein, regarde comme un des foyers métallurgiques primitifs l'Ibérie caucasienne. En effet, les mines de cuivre sont nombreuses au Caucase et forment plusieurs groupes considérables. Il n'en est pas de même de l'étain. Lenormant prétend

que dans la Géorgie actuelle on découvre des traces d'exploitations d'un caractère extrêmement primitif, dans les filons de minerai d'étain, et il attribue le silence que gardent au sujet de l'extraction de ce métal chez les Ibères les écrivains grecs et latins de l'époque impériale, et l'historien arménien Moïse de Khorène, à ce que les travaux miniers étaient abandonnés déjà vers le temps de l'ère chrétienne. Ce silence est dû à une autre cause, à l'absence de l'étain au Caucase: il a échappé jusqu'à ce jour aux recherches géologiques de MM. Abich, Bayern, Radde, Favre et autres savants consciencieux.

Peut-être, d'après une hypothèse de Bayern, l'étain est-il venu de l'Oural aux ports de la Caspienne et, remontant le cours des grands fleuves du nord du Caucase, se rendait d'une part dans la mer d'Azow et dans la mer Noire, et de l'autre atteignait, par le centre de la chaîne caucasique, la route médique et la vallée de l'Akstafa, et gagnait l'Arménie, la Perse, la Syrie, la Phénicie, etc. Mais l'étain existait-il dans l'Oural?

N'y aurait-il pas de plus sérieuses raisons de croire qu'il venait, ou de l'Asie centrale, des mines très anciennement exploitées au Korassan, ou plus probablement de l'Inde, qui a été, d'après M. de Mortillet, le pays d'origine du bronze?

L'absence au Caucase de pièces en cuivre pur prouverait la continuité de ses relations avec les régions capables de lui fournir de l'étain. Les premiers bronzes semblent avoir été importés des contrées productrices, ensuite est venue l'industrie indigène, qui n'a jamais atteint un bien grand développement. On ne connaît guère que quatre ou cinq stations : celle de Novo-Rossisk sur la côte abkazienne de la mer Noire; celle de Guilei près du village de Mali-Kopani; celle de Kersonkaï sur les rives du Schouta; celle de Perltana sur le Dniéper, et celle du village du prince Gregorew sur les rives du Konka, non loin du Dniéper.

Ces stations ont fourni des haches plates, des faucilles à boutons, des lingots, quelques moules en grès dur ou en pierre ollaire, qui se rapprochent de ceux trouvés en Hongrie et dans les terramares du Reggianais et du Modenais. On a également trouvé un certain nombre d'objets isolés. Les haches plates d'époque plus ancienne sont plus communes que les haches à douille qui leur ont succédé. Quelques haches à douille transversale sont, à n'en pas douter, de l'âge de fer. Les faucilles, toutes du même type et grossièrement travaillées, ont beaucoup de points de ressemblance avec celles de la Crimée et du Danube. Les poignards appartiennent au premier âge du bronze, ainsi que les bracelets à tige ronde trouvés dans la vallée de Bortchalo en Somkhetie.

Les vestiges de l'âge du bronze dans le Caucase ne constituent point, comme nous l'avons déjà insinué, une industrie originale et propre à la région. Il est probable que le pays a participé à l'importation orientale primitive, dont on retrouve les traces irrécusables sur le Dniéper et le bas Danube, et dans le bassin de la Méditerranée. Il faut donc revenir, pour le Caucase comme pour l'Occident, à la théorie de la diffusion lente et progressive de la métallurgie par des commerçants ou fondeurs nomades, Tziganes, Tzengaris, Gitanos, Bohémiens, Gypsies, Calderari, venant de la région où le bronze a pu être inventé, supplantés plus tard par les Phéniciens dans leur industrie métallurgique. Cette opinion reçoit une grande probabilité de la presque unanimité des auteurs à faire partir les Tziganes des environs de la mer Caspienne; de leur présence constatée dans les vallées du Caucase, sous le nom de Sigunnes ou Sygines, et de l'existence signalée par Homère d'une peuplade habitant les rives asiatiques du Bosphore Kimmérien, sous le nom de Sinti ou Sindi, peuplade que ses mœurs et ses usages permettent d'assimiler aux Tziganes.

L'origine indienne du bronze a été défendue par M. de Mortillet; la thèse contraire a été soutenue, non sans raisons sérieuses, par Mme Clémence Royer. Nous n'avons point à prendre part au débat; qu'il nous suffise de constater qu'il résulte des études de M. Chantre que ce n'est point du Caucase qu'est partie la découverte du bronze, et que rien ne permet de penser que cette région a pu avoir une influence sur l'expansion de cette industrie en Europe.

Premier âge du fer.

Pendant que se répandaient en Occident les types de l'âge du bronze apportés par un premier courant initiateur, un autre courant, comprenant des formes nouvelles et plus parfaites, parti probablement des régions qui bordent au sud-est la mer Caspienne, en contournait le rivage septentrional, jetant en passant une colonie sur le revers du Caucase, puis atteignait le Pont-Euxin, le Dniéper, le Danube. Il se dirigeait d'un côté sur les presqu'îles orientales de la Méditerranée, où mis en contact avec d'autres courants venus de l'Asie et de l'Égypte, il s'épanouissait chez les Hellènes et les Étrusques. Il s'avançait d'autre part sur l'Europe centrale, gagnait de proche en proche l'Allemagne, le bassin de la Baltique, la Scandinavie toute

entière, et envoyait des ramifications jusqu'aux Iles Britanniques.

Ce fut l'influence de ce courant qui détermina le passage de l'âge du bronze à celui qui a reçu le nom de *premier âge du fer*, d'*Hallstattien*, de *Kobanien* et de *proto* ou *paléo-étrusque*. Ce fut pendant cette période transitoire que s'établirent la nécropole d'Hallstatt, et le plus grand nombre des champs funéraires de la Carniole et de l'Italie. C'est de cette période qu'il faut dater plusieurs palafittes des lacs suisses et savoisiens. Le bronze alors a atteint son maximum de développement; il est toujours employé pour les ustensiles et les armes; mais le fer apparaît à l'état exceptionnel, et avec lui les grandes nécropoles et les *tumuli*, le développement considérable de l'usage des fibules, des torques, des bracelets fermés à enroulements, de l'épée à antennes, etc., de la verroterie, du jayet, de l'ambre jaune et de l'étain pur employé comme ornement. On voit se produire en même temps les représentations animales, la spirale, la croix simple et la croix gammée ou *swastika*.

Cette transformation progressive s'est opérée au Caucase comme en Europe; c'est dans les nécropoles qu'il faut aller en recueillir les témoignages. Les sépultures, il est vrai, ne sont point toutes de la même époque : quelques-unes peuvent remonter à l'âge du bronze, un petit nombre à une civilisation confinant aux temps historiques; mais la plupart appartiennent à la période transitoire dont nous venons de parler. Plus de vingt localités mériteraient l'attention des archéologues; nous nous occuperons plus spécialement de celles qui datent de la période transitoire, et qui sont au nombre de six : Koban, Samthavro, Kasbek, Kislovodsk, Gori, Redkine-Lager. Quand M. Chantre n'a pu faire lui-même des fouilles, il a vu le mobilier funéraire qu'elles ont fourni et étudié les rapports consciencieux des savants explorateurs.

1° *Nécropole de Koban*. Koban, petit village ossèthe situé à 800 mètres d'altitude au nord-est du mont Kazbek, est distant de Vladikavkaz d'environ 35 kilomètres. La nécropole occupe une surface de deux hectares environ sur un petit plateau morainique incliné de l'est à l'ouest et au sommet duquel s'élèvent les chaumières de Koban-le-haut.

Une inondation ayant arraché à la colline une masse considérable de terrain, révéla la présence des sépultures. Le propriétaire du sol recueillit en 1869 quelques ornements de bronze qu'il prit pour de l'or et qu'il porta à Vladikavkaz. Ils furent transportés ensuite au musée de Tifflis, où M. Filimonoff les vit en

1877. Il se détermina, après les avoir examinés, à tenter quelques fouilles. En 1879, le professeur Antonowich fit, de son côté, ouvrir quelques tombeaux. Enfin, en 1881, M. Chantre put faire à son tour des fouilles méthodiques et visiter en 1883 les objets retirés de 500 tombeaux par le propriétaire, au nombre de 20000, et disséminés dans diverses collections ou musées. Il est donc en possession de documents de première importance touchant cette intéressante nécropole.

Tombeaux. L'inhumation a été seule pratiquée à Koban; on ne trouve aucune trace d'incinération. Les sépultures, généralement rapprochées les unes des autres, sans orientation, sont contenues dans des caissons en dalles brutes, ou dans des rectangles formés de gros cailloux. Cette dernière forme renferme parfois quelques débris de bois conservés par l'oxyde de cuivre. La longueur des sépultures est en moyenne de $1^{m}20$, sur $0^{m}70$ de largeur. Les corps, pour tenir dans cet étroit espace, sont repliés sur eux-mêmes, les genoux avancés et les pieds retirés en arrière. Ils sont placés sur le côté droit, les bras ramenés sur la poitrine, et les mains placées près de la tête. La plupart des tombeaux ne contiennent qu'un seul individu; quelquefois un second a été superposé, mais M. Chantre ne croit pas qu'il y ait eu plusieurs couches de tombeaux. Les dissemblances dans le mobilier doivent être attribuées à la différence d'état social chez les défunts.

Les squelettes sont rarement bien conservés. M. Chantre n'a pu rapporter que six crânes en partie brisés. Ils proviennent des sépultures les plus riches en objets de bronze, et doivent leur conservation à l'oxyde de cuivre dont ils sont imprégnés. Dans les sépultures ordinaires, il n'y a de conservé que les fragments d'os colorés en vert.

Je passe sous silence les fouilles pratiquées par M. Filimonoff et par M. Antonowich, parce que les résultats sont identiques à ceux qu'a obtenus M. Chantre. Comme les explorateurs qui l'ont précédé, M. Chantre a constaté de nombreux remaniements dans le sol; il a pu néanmoins observer quelques tombes intactes, et se rendre un compte exact, tant de leur structure que de la nature et de la position du mobilier funéraire offert aux défunts. Les tombes des hommes renferment toujours des armes, des haches et autres ustensiles; celles des femmes, une sorte d'épingle à raquette et des bracelets simples aux poignets, ainsi que des anneaux de jambe aux chevilles. Les brassards et les fibules se rencontrent indifféremment dans les sépultures des deux sexes.

Une taille moyenne, des attaches musculaires saillantes, l'absence de platycnémie, un assez grand écartement des apophyses mastoïdes, des arcades sourcilières proéminentes, des sutures assez simples, une face large et peu élevée, un indice céphalique indiquant des mésaticéphales plus rapprochés des dolichocéphales que des brachycéphales : tels sont les caractères généraux observés par M. Chantre sur les débris de squelettes qu'il a pu recueillir.

Peu de localités ont fourni plus de restes archéologiques que Koban. Ils se composent d'armes, d'objets de toilette ou de parure, et d'ustensiles divers.

Les armes comprennent les haches d'armes, au nombre de 42, et les poignards, au nombre de 48. L'élégance des haches, qui toutes proviennent de tombeaux d'hommes, prouve qu'elles n'étaient point d'un usage journalier. Elles ne présentent qu'un seul type; elles sont à douille transversale, à talon, et à tranchant arrondi. Elles sont plus ou moins incurvées et le tranchant est plus ou moins large, plus ou moins arrondi; dans quelques-unes, l'incurvation est ondulée.

Les ornements, comme certaines nervures parallèles, ou un bouton placé en haut de la douille près de la lame, font partie intégrante de la hache et ont été fondus avec elle; d'autres, gravés en creux, comprennent soit des représentations animales soit des dessins géométriques, souvent réunis sur les lames et poignées d'épée, les ceintures, les plaques agrafes et les haches. Les représentations animales consistent en dessins grossiers de loups, de renards, de léopards, de cerfs, de chevaux, de poissons et de serpents ; les dessins géométriques sont des chevrons, dents de loups, cercles cencentriques, enroulements en spirale analogues à ceux de la Scandinavie, du Danube et de l'Étrurie, des croix simples ou gammées. Une remarque importante à faire, c'est que quelques-uns de ces dessins rappellent certaines décorations persanes ou assyriennes.

Des haches du musée de Laybach et de Trieste et provenant de la Dalmatie et de l'Albanie, d'autres de Watsch en Carniole, du nord-est de la Russie, de la Hongrie, de la Transylvanie, de la Suède et du Danemark, et une trouvée à Ecbatane, se rapprochent assez du type caucasien.

M. Chantre distingue deux catégories de poignards. Dans la première, qui comprend des poignards à poignées pleines, et à poignées évidées garnies de rivets pour retenir la corne ou le bois qui les garnissait, les ornements sont élégants et riches ; la

tête de bélier est fréquemment employée comme motif de décoration. Quelques-uns de ces poignards rappellent ceux trouvés à Hallstadt. Dans la seconde, les soies sont toujours très courtes, les rivets peu espacés, les lames ordinairement triangulaires renflées dans leur partie supérieure près de la poignée; les plats sont garnis de cordons ou nervures. On trouve associés à ces poignards des lames de fer triangulaires, à soie ou à rivets, à pommeau simple ou à antennes; on en a recueilli d'analogues dans la plupart des *tumuli* du Jura, de la Franche-Comté, de la Suisse et du Tyrol.

Parmi les objets de toilette et de parure, il faut remarquer les ceintures formées de minces feuilles de bronze laminé, ornées parfois de petits mamelons, ou de pointillés faits à l'estampage, mais le plus ordinairement unies.

Le luxe s'est porté sur les plaques agrafes, remarquables par la variété de leur ornementation. La forme rectangulaire, légèrement convexe, est très commune, la forme circulaire est plus rare.

Quelques-unes de ces agrafes sont formées de disques ou de mains à six doigts, d'autres sont semi-circulaires. L'ornementation est en creux, obtenue par le burin, ou en relief, provenant du moulage.

Dans les unes et les autres, les motifs fort variés se composent de représentations animales et de dessins géométriques employés simultanément. Les animaux sont le bélier, le renard, la panthère, le cerf, le daim, le serpent, quelques formes fantastiques; les motifs géométriques sont la swastika, les enroulements, les carrés, les losanges, les triangles et les grecques.

Dans l'ornementation en creux, on remarque deux sortes d'incrustations : l'une de fer, et l'autre d'une matière indéterminée qui ressemble beaucoup à l'émail.

Il faut compter les torques parmi les objets les plus intéressants au point de vue de la comparaison avec les nécropoles occidentales. Koban ne possède que deux types, l'un à tige ronde unie, dont les extrémités s'enroulent à deux ou trois tours sur l'extérieur du cercle ; l'autre formé d'une torsade, dont les extrémités sont amincies et perforées pour servir de fermoir. Ces torques ont un grand air de parenté avec d'autres rencontrés en Styrie, en Carniole et en Dalmatie. Ces derniers nous permettent de jalonner la route qu'a suivie la civilisation hallstattienne.

M. Chantre a trouvé à Koban des anneaux de jambe. Ils sont ordinairement par paires, formés d'une tige circulaire, et arrondis aux deux extrémités distantes de 2 à 3 centimètres.

Le bracelet se présente sous trois formes principales : le type à section circulaire, aplati aux extrémités; le type à ruban plat, et le type à ruban caréné, à bouts enroulés. Les deux premiers types sont très rares, le troisième se rencontre dans presque tous les tombeaux. Le ruban est plat à l'intérieur; à l'extérieur, il est muni de fortes nervures ; les extrémités sont amincies de manière à former des enroulements de 3 ou 4 tours. Il se rapproche plutôt des types danubiens et scandinaves par les enroulements, et de ceux des Hautes-Alpes par la forme générale.

Les bagues affectent des formes différentes selon qu'elles étaient portées par des hommes ou par des femmes. Les bagues des hommes, armes plutôt que bijoux, étaient portées au pouce et se composaient d'un ruban de bronze demi-rond ou triangulaire, de 5 millimètres de largeur, et enroulé de deux à quatre fois sur lui-même. Celles des femmes étaient formées d'un ruban enroulé une ou deux fois, et aminci aux extrémités pour s'enrouler deux ou trois fois sur lui-même. De petits anneaux ouverts ou fermés, en fil de bronze, ont pu servir de bagues, d'anneaux de nez ou de boucles d'oreilles.

Les pendants d'oreilles, qu'on rencontre toujours par paires, sont faits d'un ruban demi-rond, replié en ovale quatre fois, et à extrémités enroulées de deux à quatre fois. Ce type est spécial à Koban.

Les brassards se rencontrent par paires dans les sépultures de femmes. Ils sont cylindriques ou coniques, selon qu'ils étaient adaptés au bras ou au poignet. Ils étaient faits de lamelles de bronze, à section triangulaire ou semi-circulaire, enroulés en hélice de 10 à 15 tours. Les extrémités amincies sont tordues en cône ou en spirale. Cette forme est particulière à Koban.

Les épingles de Koban nous montrent trois types : à tête formée par un enroulement de la tige; à tête sphérique; à tête spatuliforme. Les premières sont analogues aux formes les plus simples et les plus communes des palafittes, les secondes se rapprochent beaucoup de certaines formes connues en Europe à l'époque du bronze; plusieurs ont pour tête des représentations animales: groupe d'ours ou de mouflons, cerf chassé par les chiens, oiseaux, etc. ; enfin les troisièmes, à spatule ou à raquette, offrent beaucoup de ressemblance avec quelques formes recueillies en Autriche et en Bavière et dans d'anciennes sépultures du Pérou, ainsi qu'avec les fibules spatuliformes des Alpes françaises. La tête d'épingle à raquette tronquée est particulière à Koban.

Les fibules se trouvent dans tous les tombeaux de Koban. M. Chantre les divise en fibules à arc simple et en fibules à forme de sangsue.

Les premières, dont les dimensions atteignent les deux extrêmes, sont assez semblables aux fibules des nécropoles hallstattiennes de l'Autriche, de l'Italie et de la Dalmatie. Les fibules du second type sont lourdes et décorées de chevrons ou lignes obliques traversées par des lignes longitudinales. Mais le porte-épingle est rarement plus large que le diamètre maximum de la tige, ce qui les distingue des similaires de l'Italie et de la Carniole.

Une de ces fibules, décorée de trois têtes de bélier, a beaucoup d'analogie avec certaines pièces de ces deux régions. Une autre est formée d'une tige ronde recourbée trois fois sur elle-même, figurant un serpent ondulant sur le crochet.

Les pendeloques sont assurément les objets les plus remarquables de la nécropole de Koban. Elles sont massives, pourvues d'une bélière et d'un trou de suspension, ou suspendues à une chaînette. Les plus curieuses sont à représentations animales : l'homme entier ou en partie, une jambe, une main, quelquefois à six doigts, divers animaux, le cheval, l'ours, le renard, le loup, le porc, le bœuf, plusieurs capridés, ovidés et cervidés, des oiseaux, colombes, canards, cygnes, des poissons, des crustacés, etc. Le cygne et le canard employés sous forme de pendeloques sont très caractéristiques du premier âge du fer.

On trouve encore comme pendeloques des clochettes, des grelots, des sphères creuses avec trou central, de petits peignes, des croix semblables à la croix de Malte. Signalons encore, parmi les objets de parure, des tubes formés de minces feuilles de bronze enroulées, qui ont dû entrer dans la composition des colliers, et dont on trouve les analogues dans les tombeaux des Alpes autrichiennes.

Les perles sont en bronze, en cornaline, en jayet, en spath calcaire, en pâte vitreuse et en verre. Les perles en cornaline ont la surface extérieure polie ; elles sont sphériques, coniques, cylindriques, en forme d'olive ou de noyau de datte. La matière première existe au Caucase, mais on n'a trouvé jusqu'à présent aucun débris de fabrication. Peut-être venaient-elles d'Assyrie où elles sont communes. Les perles en pâte vitreuse sont de diverses couleurs : bleues, jaunes ou vertes, quelquefois rubannées, à nuances alternantes. Ces deux nuances se trouvent aussi dans les tombeaux de Hallstadt et de la Carniole, dans les collections

assyriennes et égyptiennes, chez les Grecs et les Romains, dans les tombes mérovingiennes. Ce ne sont donc point des pièces caractéristiques. Les perles en verre sont vertes ou bleues ; les perles bleues se retrouvent dans toutes les sépultures du premier âge du fer en Occident. Les perles en ambre sont rares, mais elles existent à Koban. D'où provenait la matière première? M. Chantre, se basant à la fois et sur des raisons archéologiques et sur des raisons chimiques, croit que l'ambre de Koban vient de la mer Baltique.

On a trouvé encore dans cette nécropole des restes de coquillages, parmi lesquels la *Cypræa moneta* était la plus commune, des dents et des astragales de mouton, des dents de bœuf et de cheval, des cabochons, des boutons et appliques, et de petites feuilles de bronze, coupées en losange, repliées en équerre et percées d'un petit trou. On en ignore l'usage.

Au nombre des ustensiles, les mors de bride sont placés par M. Chantre en première ligne. Ils se rattachent à deux types. Le premier se compose de deux branches mobiles, terminées à leur partie supérieure par une espèce de gland aplati et à la partie inférieure par une pointe effilée repliée en arrière. Des quatre anneaux, trois étaient sur la partie antérieure, et celui du milieu recevait les canons du frein ; quant au quatrième, qui était du côté opposé, on y attachait un lien qui représentait une fausse gourmette.

Le second mors était un simple bridon avec deux porte-boutons disposés pour recevoir la rêne. Ces mors présentent une grande analogie avec ceux des palafittes de Mœringen au lac de Bienne, avec quelques-uns de ceux découverts en Suisse, en Bavière, en Styrie et en Carniole, mais surtout avec ceux qui ont été recueillis à Verrochio, dans la fonderie de Bologne et dans plusieurs autres localités de l'Italie. On en voit de semblables dans les bas-reliefs de Ninive.

La céramique est mal conservée; on peut y distinguer des coupes et des vases. Les coupes les plus simples ont un fond arrondi, orné quelquefois de dessins; elles n'ont point d'anses; le bord est presque vertical ; d'autres ont le fond plat et sont pourvues d'une oreille à deux ou trois antennes, ou de simples saillies en forme de bouton ; cette forme existe en Carniole. Les panses sont généralement décorées de chevrons gravés. Une troisième forme à fond plat présente une ou deux anses.

Les vases sont de différents types : les vases sans anses sont très rares ; les vases à anses surélevées sont très communs ;

d'autres sont pourvus de mamelons sur la panse et rappellent assez bien ceux de la Hongrie et de la Carniole. Il y a enfin des vases cylindriques à fond et à couvercle plats, à bords droits. Le couvercle est muni de deux renflements ou cornes, percés chacun d'un trou correspondant à deux saillies situées à la partie supérieure du vase. Un cordon passait par ces trous et servait à la suspension. Ces vases sont ornés d'étoiles à cinq branches, ou de chevrons et de traits grossièrement gravés, formés par une incrustation en creux d'une substance blanche, chaux ou kaolin. On croit qu'ils renfermaient des parfums. La céramique de Koban se présente dans un état d'infériorité dû sans doute à la mauvaise qualité de la terre; elle n'offre aucun rapport avec celle des autres nécropoles du Caucase.

Il y a aussi à Koban des vases et des coupes en bronze, mais ils sont rares. La base de ces vases est étroite et va en s'élargissant jusqu'à la partie supérieure. Quelques-uns étaient cylindriques avec un fond plat. Les coupes, plus rares que les vases, ne sont jamais munies d'anses. Elles sont à fond plat, et paraissent faites au marteau. Ces pièces, quoique primitives, ont cependant leurs analogues à Hallstadt même, en Styrie, dans les *tumuli* de la Bavière, du Wurtemberg, de la Suisse et de la France.

Il existe à Koban des miroirs de forme circulaire, renflés d'un côté et munis d'un appendice carré percé d'un trou de suspension.

Signalons encore des aiguisoirs, espèces de *fusils*, des aiguilles, d'ailleurs assez rares, des pinces, des burins et des poinçons.

En résumé, le mobilier de la nécropole de Koban nous offre beaucoup de pièces qui sont de l'âge du bronze, mais les types caractéristiques des civilisations proto-étrusque et hallstattienne y sont en majorité.

Il existe une étroite parenté entre cette nécropole et ses congénères occidentales. On y remarque comme dans celles-ci des traces non seulement d'influence étrangère, mais encore d'importation, dans certaines armes, certains bijoux de forme élégante, et dans l'apparition des motifs décoratifs d'origine orientale. Mais les objets usuels ont dû être fabriqués au Caucase, et si l'on n'a pas encore découvert de fonderies, si la composition du bronze ne peut servir à déterminer son origine, la fréquence de certains types d'animaux appartenant pour la plupart à la faune ponto-caspienne plaide en faveur de l'industrie locale. Notons toutefois avec soin que certaines coquilles, comme la *Cyprea moneta*, viennent sûrement de l'océan Indien ; que le

swastika iranien concourt avec la spirale, le losange et le chevron chaldéens à la décoration des armes et des bijoux.

Nous nous sommes étendu très longuement sur Koban, qui nous semble la plus importante de toutes les nécropoles du Caucase; nous résumerons brièvement ce qui regarde les autres gisements.

2° La nécropole de *Samthavro* contient jusqu'à quatre assises de tombeaux superposés. L'assise inférieure, qui était peut-être entourée d'une enceinte de pierres, diffère considérablement des assises supérieures beaucoup plus récentes.

Les ustensiles, les armes et les bijoux de cette nécropole diffèrent également de ceux de Koban. Les bracelets rappellent ceux de la Basse-Chaldée. Les perles de cornaline et de verre de couleur sont en quantité considérable, les poteries nombreuses et variées.

Mais ce qui distingue particulièrement Samthavro, c'est la découverte d'une particularité remarquée jadis par Hésiode, Strabon, Hérodote, Xénophon, Pline, etc., à savoir l'allongement et la déformation artificielle du crâne. Tous les historiens de l'antiquité s'accordent pour placer les *macrocéphales* dans les environs de la mer Noire. Cette coutume singulière, qui se rencontre encore chez un grand nombre de peuples, et notamment chez les Arméniens, les Ossèthes et les Kurdes, n'a pas été spéciale, pendant l'époque préhistorique, à certaines peuplades caucasiques.

On a trouvé des crânes déformés à Voiteur dans le Jura, à Corveissiat dans l'Ain, dans des tumuli de l'âge du fer. Les nécropoles historiques ont également fourni un grand nombre de crânes semblables en Crimée, en Autriche, en Hongrie, en France, en Suisse, etc. On a attribué aux Kimmériens l'origine de ces déformations céphaliques; mais cette dénomination de Kimmérien est très vague, et M. Chantre croit qu'on pourrait attribuer l'usage primitif des déformations crâniennes à un de ces peuples si mal connus de l'Asie occidentale, chez qui elle est encore pratiquée de nos jours.

3° La nécropole de *Kazbek* a été fouillée par MM. Filimonoff, Bayern et Antonowich. Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette nécropole, c'est, avec les vases d'or et d'argent, le grand nombre de priapes qu'on y a recueillis.

Bayern n'a vu dans les trouvailles faites à Kazbek qu'un mobilier ayant appartenu aux Amazones venues en pèlerinage au temple élevé à Priape dans la vallée du Terek.

D'après M. Chantre, Kazbek est une nécropole du genre de celle de Koban : l'étude de la plus grande partie des objets qui en proviennent ne laisse aucun doute à cet égard. Cependant un certain nombre d'objets, tels qu'une coupe en argent avec ornements repoussés, que M. Georges Perrot regarde comme phénicienne, d'autres en or, en argent, ainsi que certaines perles, sont d'une époque plus récente.

4° M. Chantre ne connaît la nécropole de *Gori* que par la collection du général Komaroff. Les objets de bronze rappellent la civilisation de Koban et de Kazbek. Le motif d'après lequel on a découpé les bords latéraux des agrafes est emprunté à l'art chaldéen, comme on peut le voir dans l'ouvrage de M. Georges Perrot. Quelques fibules portent sur leur tige de deux à quatre belières auxquelles sont suspendues des chaînettes soutenant des pendeloques, petits disques ou grelots en forme de fleur. La peuplade de Gori était certainement contemporaine de celle de Koban.

5° Il ne reste presque rien des découvertes faites à *Kislovodsk,* localité située dans une petite vallée ouverte sur les contreforts septentrionaux de l'Elbrouss. Tout a été dispersé. M. Chantre n'a pu se procurer qu'un crâne en bon état de conservation, une hache en bronze à douille transversale et quelques autres menus objets. Les sépultures présentaient la même disposition qu'à Koban. — Je mentionne simplement, comme moins dignes d'intérêt, les nécropoles de Marienfield et de Sartatchâlo, et celles de la Digourie, pour arriver de suite à Redkine-Lager.

6° *Nécropole de Redkine-Lager.* La disposition des tombeaux rappelle à première vue les dolmens ou les allées couvertes, et l'on se demande si les populations dont on a recueilli le mobilier funéraire n'ont point fait usage des tombeaux de leurs ancêtres néolithiques. Le mobilier de Redkine-Lager se composait surtout de vases; il comprend en outre quelques armes, des objets de parure, en bronze pour la plupart, quelques-uns en fer ; Bayern prétend avoir recueilli le plomb et l'antimoine.

Les pointes de lance sont remarquables par leur forme effilée et la longueur de leur douille; les poignards se rapprochent de ceux de l'étage inférieur de Samthavro ; les objets de parure ne diffèrent pas essentiellement de ceux de Koban. On y remarque quelques pendéloques en forme d'oiseau, de petits bracelets à tige ronde et à extrémités effilées du type chaldéen. Quelques poignées d'épée sont ornées d'une sorte de mosaïque en émail qui atteste un art élevé. Les fibules manquent. On trouve en

revanche de jolies flèches en obsidienne. Un grand nombre de poignées d'épée et de vases sont décorés d'un dessin triangulaire semblable aux caractères cunéiformes. En somme, les objets sont plus rares et le luxe moins développé que dans les autres nécropoles caucasiennes. C'est avec Samthavro que Redkine-Lager offre le plus d'analogie. Ces deux nécropoles ont fourni des motifs de décoration qui semblent empruntés aux bas-reliefs chaldéo-assyriens.

Redkine-Lager, malgré sa pauvreté, se rattache par son ensemble aux nécropoles kobaniennes; mais, grâce à sa situation aux confins des régions habitées par des peuples plus avancés en civilisation, elle a dû subir un peu plus tôt que les autres l'influence chaldéo-assyrienne.

Récapitulons les faits acquis : situation des nécropoles sur toute l'étendue de la grande chaîne caucasique ; tombeaux construits de la même manière ; partout inhumation et absence d'incinération ; orientation presque identique ; absence de tertres; dolichocéphalie modifiée par des déformations artificielles; rapports très frappants entre les mobiliers funéraires, les dissemblances ne se manifestant que dans les détails ; la verroterie et l'agate sont employées partout ; la différence dans la céramique tient surtout à la nature de la matière première.

Les pendeloques offrant des formes de mammifères se rencontrent partout, excepté à Redkine-Lager. Trois groupes établis d'après les rapports et les différences ; celui de la Géorgie, placé entre celui d'Ossethie (Koban) et celui d'Arménie (Redkine-Lager), offre des caractères transitoires, mais qui ne portent que sur un petit nombre d'objets et ne peuvent avoir aucune influence touchant la détermination de l'époque. Aucun des objets ne peut se rapporter à l'âge du bronze proprement dit. D'un autre côté, la rareté du fer ne témoigne point en faveur de l'ancienneté des nécropoles. Le fer a pu être exclu des tombeaux comme matière impure, selon les usages de plusieurs peuples de l'antiquité ; et il a pu être employé plus usuellement que ne le montrent les nécropoles.

Les nécropoles du Caucase appartiennent donc à ce premier âge du fer auquel on a donné en Occident le nom d'Hallstattien, et qui mérite de porter au Caucase celui de Kobanien. A part quelques types, tels que ceux des haches et des ceintures de Koban, et de quelques pendeloques à représentations animales particulières à l'Ossethie, le plus grand nombre des formes et

des motifs décoratifs des nécropoles kobaniennes et halstattiennes sont identiques.

Faut-il chercher au Caucase le foyer de la civilisation du premier âge du fer? M. Chantre ne le pense pas. Il voit partout, au Caucase comme en Occident, l'empreinte d'une influence orientale encore imparfaitement définie, mais que les découvertes faites en Grèce et au Caucase serviront à préciser.

Certains ornements de Koban sont identiques à ceux de Mycènes. La spirale importée de l'Orient est connue en Égypte. Quelques poignards de Koban se retrouvent à Mycènes et à Olympie. D'autres, provenant de Samthavro et de Redkine-Lager sont, ainsi que certains bracelets, reproduits sur les monuments chaldéo-assyriens.

Les scènes de guerre et de chasse, les personnages et les oiseaux, qui, à Koban comme à Mycènes, décorent les poignées d'épée, dénotent cette influence orientale qui ne peut être attribuée qu'à la Chaldée.

Sophus Muller prétend que ce n'est ni aux Assyriens ni aux Égyptiens qu'il faut faire remonter cette influence, mais aux Phéniciens. En dehors de l'Égypte et de la Grèce, c'est dans les pays où les Phéniciens avaient des colonies que l'on retrouve le plus souvent la spirale. Les Phéniciens étaient les intermédiaires entre les Égyptiens et les autres peuples de la Méditerranée. Peuple de marchands, ils imitèrent, dans le domaine de l'art, la puissance qui dominait dans la Méditerranée, et fabriquèrent leurs œuvres d'art d'après le style égyptien modifié par l'influence assyrienne. M. Chantre croit que si, des ressemblances observées entre le groupe de Koban et celui de Mycènes, on peut conclure à une origine commune, chaque groupe s'est développé en subissant des influences absolument différentes. Mycènes, en relation directe avec les Égyptiens et les Phéniciens, s'est ressentie de ce voisinage, tandis que les nécropoles kobaniennes ont reçu l'influence des peuples assyro-chaldéens avec lesquels ils ont été de très bonne heure en relation. Van, l'ancienne cité de Sémiramis, située à deux ou trois jours de marche de la rivière Akstafa sur les bords de laquelle s'élevait Redkine-Lager, renferme de très belles antiquités chaldéo-assyriennes. Il est d'ailleurs fort probable que plus tard les Phéniciens, précurseurs des Juifs et des Arméniens qui ont monopolisé le commerce de l'Orient, ont introduit au Caucase les objets rares et étrangers à l'industrie locale.

D'après M. Chantre, l'influence chaldéo-phénicienne est con-

firmée par le culte de la déesse chaldéenne Istar, devenue l'Astarté des Phéniciens, représentée par la colombe, symbole de la fécondité. On retrouve à Koban la colombe dans plusieurs pendeloques très remarquables ; une foule de figurines humaines de Kazbek et de Gori semblent se rattacher au culte de la déesse phénicienne.

Ces représentations symboliques se trouvent dans toutes les stations du premier âge du fer, depuis la Grèce jusqu'en Scandinavie, sous forme de figurines, statuettes et fibules accompagnées d'oiseaux tels que cygnes et canards qui, dans l'esprit de l'artiste, répondaient à la colombe orientale.

La main, symbole d'adoration et de paix, qui se rencontre dans le même milieu que les colombes, associée aux emblèmes ou à la représentation d'Astarté, est employée, au Caucase et en Occident, comme pendeloque ou objet de parure. Parallèlement à ces éléments ethnographiques répandus sur toute l'Europe et l'Asie antérieure, il faut encore mentionner les chars votifs en bronze ou en terre cuite, montés sur deux, trois et plus souvent sur quatre roues, et portant soit des oiseaux, soit des vases en forme d'oiseaux. Ces chars accusent d'une manière indiscutable l'influence chaldéo phénicienne.

La plupart des personnages ou des animaux représentés sur ces chars rappellent, par leur forme et leur posture, ceux des nécropoles kobaniennes, et doivent être rattachés au culte chaldéo-phénicien, tandis que les groupes qu'on rencontre en Étrurie et en Carniole comme motifs décoratifs des chars, ont plutôt un caractère funéraire. Ces chars se trouvent aussi à Chypre avec un certain nombre d'objets pouvant se rapporter au culte d'Astarté ; de là ils ont passé chez les Grecs et les Étrusques, qui les ont représentés sur leurs sarcophages. On rencontre en Égypte des objets analogues : ce sont des barques portées sur quatre roues. C'est à ces emblèmes symboliques qu'il faudrait rapporter ces barques ou navires qui décorent fréquemment les bronzes de la Scandinavie, et qui sont gravés sur les rochers du pays.

Le commerce de l'ambre pourrait peut-être jeter quelques lueurs sur ces difficiles questions. L'ambre n'apparaît dans l'Europe centrale et méridionale, comme en Scandinavie, qu'à l'âge du bronze ; il ne devient commun qu'à l'époque du fer ; à supposer, ce qui est problable, qu'il vienne de la Baltique, il a dû être apporté dans l'Europe centrale et méridionale par voie d'échange au moment précis où le bronze pénétrait en Scandina-

vie. D'après M. Chantre, la civilisation du fer — car en raison de ses motifs décoratifs, la civilisation scandinave du bronze appartient réellement au premier âge du fer — n'aurait point été transmise directement par ces marchands qui, plusieurs siècles auparavant, avaient été les intermédiaires entre les Chaldéo-Assyriens et les Égyptiens, et plus tard les proto-Hellènes, les Arméniens et les Caucasiens de l'époque de Koban. Ce n'est que lentement et de proche en proche que l'influence chaldéo-phénicienne a progressé dans la direction septentrionale, et la Scandinavie ne l'aurait subie que d'une manière indirecte. Beaucoup plus tard, les Phéniciens ont commercé directement avec les Scandinaves.

Dans l'état de nos connaissances, il n'est pas possible de préciser le lieu d'origine du fer et de la civilisation qui l'accompagne. Les analogies si fréquentes qui existent entre les mobiliers funéraires des Chaldéens et des Kobaniens, la même simplicité de leurs tombeaux, ne laissent aucun doute sur l'origine mésopotamienne de cette civilisation.

M. Chantre ne se prononce pas touchant l'origine des populations caucasiennes préhistoriques: " nous sommes réduits, dit-il, à des conjectures " ; quant à fixer l'âge de la civilisation du fer dans le pays où il a pris naissance, c'est une question difficile entre toutes. Étant admis que les sépultures de Warka et de Mougheir en Chaldée, dont le mobilier funéraire présente les caractères du premier âge du fer, remontent à 3000 ans avant notre ère, on ne s'écarterait guère de la vérité en plaçant autour du xve siècle l'arrivée de cette civilisation au Caucase et dans le bassin de la Méditerranée, époque vers laquelle les Phéniciens commencèrent à exercer leur action civilisatrice. Mais tandis qu'en Mésopotamie l'âge du fer est historique du xxxe au xve siècle, il est protohistorique au Caucase et dans presque tout l'Occident, où il se développe du xve au ve siècle. La plupart des archéologues qui ont étudié les nécropoles protohistoriques de l'Étrurie n'hésitent pas à leur assigner une antiquité qui flotte entre le xive et viiie siècle au plus tard. Le Nord scandinave est resté à l'âge de la pierre jusqu'au ve siècle.

Nous n'avons pas à faire l'éloge des importants travaux de M. Chantre ; il ressortira nécessairement de cette exposition si elle est bien faite.

A. Ducrost.

BIBLIOGRAPHIE

I

Henri Sainte-Claire Deville, sa vie et ses travaux, par Jules Gay, docteur ès sciences, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur au Lycée Louis-le-Grand. — Un vol. in-12 de 120 pp. (1). — Paris, Gauthier-Villars, 1889.

La biographie d'un homme de science comprend nécessairement deux parties, sinon précisément dans la disposition des matières, du moins dans l'ordre des idées : l'historique des travaux du savant, l'histoire et le portrait de l'homme. Si le caractère de celui-ci n'est pas au niveau des mérites de celui-là, un biographe bien avisé passera légèrement sur le portrait pour ne mettre au grand jour que les travaux et leurs résultats. Mais quand l'histoire du savant aura été tout entière celle d'un noble caractère, d'un grand cœur et d'un homme doux, modeste et bienveillant, en même temps que de la carrière d'un chercheur aussi ingénieux qu'infatigable et qui, par ses découvertes, a fait faire à la science des progrès considérables, la tâche de l'écrivain sera en tous points douce et facile ; il n'aura rien à cacher, rien à atténuer, aucune ombre ne se montrant sur la figure de son héros.

Or tel est le cas pour le biographe de Henri Sainte-Claire

(1) Deux portraits hors texte et figures dans le texte.

Deville, des frères Sainte-Claire Deville, devrions-nous dire; car comment parler de l'un sans l'autre? dit avec une parfaite justesse M. Jules Gay. Et, de fait, tout ce qui concerne la jeunesse de Charles et de Henri Sainte-Claire Deville leur est commun. Et lorsque, " après de bonnes études classiques „ faites dans ce célèbre collège Rollin (aujourd'hui Sainte-Barbe), d'où venaient de sortir Charles de Montalembert et Michel Cornudet, ils se dirigèrent plus spécialement, l'un, sous la direction d'Élie de Beaumont, vers la géologie, l'autre, sous celle de Thénard, vers la chimie minérale, la plus étroite amitié ne cessa pas de les unir; en sorte que fréquemment, dans le récit de la carrière de Henri, le nom de Charles se trouve mêlé. Nous ne pouvons raconter les faits touchants de dévouement et de tendresse réciproque des deux frères; mieux vaut renvoyer le lecteur à la notice biographique. Disons rapidement quelques mots des principales découvertes du chimiste.

Docteur en médecine et docteur ès sciences à vingt-cinq ans, Henri Sainte-Claire Deville fut désigné, moins de deux ans plus tard, pour la chaire de chimie à la Faculté des sciences de Besançon, créée à cette époque (1845), et qu'il fut chargé d'organiser en qualité de doyen. Il s'y signale d'abord par un mémoire *Sur les eaux potables,* à propos de recherches faites sur les eaux du Doubs et des sources voisines de la ville; par ses investigations et ses recherches, il parvient, peu de temps après, à obtenir l'acide nitrique à l'état anhydre, que jusqu'alors on croyait d'une réalisation impossible. Appelé en 1851 comme maître de conférences à l'École normale supérieure, et là en possession d'un vaste laboratoire, il extrait *à l'état pur* l'aluminium de son oxyde, c'est-à-dire de l'un des deux éléments constituants de l'argile ; il introduit ainsi dans l'industrie ce métal d'aspect assez semblable à l'argent, bien que quatre fois plus léger, presque aussi malléable que l'or, assez facilement fusible, d'une grande sonorité, inaltérable à l'air, plus dur et plus tenace que le cuivre, et cependant d'une chaleur spécifique telle qu'il ne se refroidit qu'avec une extrême lenteur, etc.

Bientôt suppléant de J.-B. Dumas dans sa chaire de la Sorbonne, puis titulaire de cette chaire en 1867, membre de l'Institut dès 1861, il poursuit sans trève ses travaux de laboratoire. Ce n'est pas seulement l'aluminium qu'il parvient à isoler facilement; il arrive à des résultats analogues pour le sodium, le bore, le silicium, le magnésium. Puis, avec le concours de son élève et ami M. Debray, il trouve le secret, inconnu jusqu'à lui,

de produire, sous forme manufacturière, des foyers de chaleur assez intenses pour fondre les métaux réputés jusqu'alors réfractaires ou infusibles, tels, entre autres et principalement, que le platine et l'iridium (1), dont un alliage a servi à établir des prototypes inaltérables du mètre et du kilogramme avec une précision de 1/1000 de millimètre pour le premier, de 1/100 de milligramme pour le second. Sainte-Claire Deville a eu une part prépondérante dans la coopération à cette œuvre, qui se continue par les soins du Bureau international des poids et mesures dans une des dépendances du palais de Saint-Cloud. C'est à lui que la France doit l'honneur de posséder cet établissement scientifique international fondé depuis nos désastres. " Beaucoup, ajoute mélancoliquement et avec toute raison M. Gay, beaucoup ont des statues auxquels la Patrie, je ne dis pas seulement la Science, a moins d'obligations... „ — Certes!

Passons sur la synthèse, la reproduction, par Henri Sainte-Claire Deville, des cristaux de rubis, de saphir, de topaze et autres espèces minérales, fruit des plus laborieuses recherches, et bornons-nous à mentionner ses belles études sur les pétroles, afin d'arriver sans plus tarder à la plus belle des découvertes dues au génie de notre savant. Nous voulons parler de la grande loi de décomposition spontanée des corps composés, qu'il a nommée de l'appellation aujourd'hui universellement admise de *dissociation.*

On savait que, pour les simples changements d'état, comme le passage de l'état liquide à l'état gazeux, lesquels s'accomplissent entre molécules de même nature, il n'y a pas de saut brusque d'un état à l'autre, mais qu'il existe un intervalle de température plus ou moins considérable où les corps peuvent exister sous les deux états, suivant la plus ou moins grande quantité de chaleur qu'ils contiennent, et qu'un équilibre s'établit, pour chaque température, entre ces deux états d'un même corps.

Or, quand il s'agit des combinaisons et décompositions, lesquelles s'accomplissent entre molécules hétérogènes, c'est-à-dire appartenant à des corps simples différents, et se réunissant pour former un corps composé ou se séparant pour reconstituer les corps simples, on n'admettait pas, on ne soupçonnait pas une

(1) Les métaux associés, dans le minerai, au platine, qui n'ont été découverts qu'avec lui et qu'on appelle pour cette raison les *métaux du platine*, sont : le palladium, le rhodium, le ruthénium, l'iridium et l'osmium. C'est en 1735 que ce minerai fut découvert dans l'Amérique du Sud (Colombie).

explication analogue, bien que les deux ordres de phénomènes remontassent à la même cause. On croyait que les combinaisons produisant les corps composés se faisaient, pour chacun d'eux, à une température fixe au-dessus ou au-dessous de laquelle ils restaient forcément séparés ou combinés. Et quand on constatait que l'introduction brusque dans l'eau d'un morceau de platine, chauffé à une température inférieure à celle de sa fusion (1900°), déterminait un dégagement gazeux d'hydrogène et d'oxygène en mélange, alors que, pour se combiner et former de l'eau, ces deux gaz développent une température de 2500° au moins, on expliquait ce phénomène contradictoire par l'effet d'une force appelée *catalyse* ou *action de présence,* sœur ou parente bien proche de la fameuse *vertu dormitive,* ou de la non moins fameuse *horreur du vide* de nos pères.

Un esprit aussi précis et aussi consciencieux que Deville ne pouvait se contenter d'une explication qui n'expliquait rien. Reprenant les vues de Lavoisier, interrompues par la hache révolutionnaire, sur le rôle et la nature de la chaleur, il vint à deviner et bientôt à établir par des expériences irréfragables qu'il existe un parallélisme complet entre les phénomènes de changement d'état des corps et ceux de composition et de décomposition. Ces derniers sont la suite des premiers, et suivent les mêmes lois ; les corps peuvent, dans des limites assez étendues, exister soit libres soit combinés, selon un état d'équilibre qui varie avec la température. Quand cet équilibre est rompu dans le sens de l'élévation de celle-ci, la décomposition des éléments composants, leur *dissociation* se produit. La recombinaison d'une partie des gaz dissociés a lieu au contraire quand l'équilibre est rompu dans le sens du refroidissement. Par là, dit Dumas, Henri Deville a ouvert une voie nouvelle à la science, " en rattachant les décompositions chimiques, par un lien étroit, au phénomène purement physique de la formation des vapeurs. „

Une fois cette voie ouverte, Henri Sainte-Claire Deville la poursuivit sans relâche et y fit des pas considérables. Les conséquences de cette loi de dissociation sont incalculables d'ailleurs. Citons-en deux exemples, entre tant d'autres, l'un relatif à la physiologie végétale, l'autre à la constitution du soleil.

Quand la sève des arbres se met en mouvement au retour du printemps, les matières qu'elle tient en dissolution, puisées dans le sol, y sont tellement diluées que toutes les molécules peuvent être considérées comme libres entre elles. Quand cette sève arrive au tissu cellulaire des feuilles, où elle subit l'influence de

l'air et de la lumière, tous les équilibres moléculaires y deviennent successivement possibles ; " et si la circulation les enlève à la concentration ou à la combinaison à un moment donné, tous les éléments de l'acide carbonique, de l'eau et des principes minéraux contenus dans la sève peuvent se grouper suivant une formule déterminée d'avance par la vitesse de la circulation, la matière des feuilles „ et autres circonstances physiologiques. C'est probablement dans cette voie, conclut le judicieux chimiste, que l'on parviendra à se rendre compte de la diversité des produits que la végétation réalise avec les seuls éléments de l'eau, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque et de quelques matières minérales.

A l'énorme température, quel que soit d'ailleurs le chiffre ignoré auquel elle s'élève, qui règne dans le Soleil, tous les corps composés connus sont nécessairement dissociés, ce que confirme d'ailleurs l'analyse spectrale. Cependant, sous l'influence du froid absolu des espaces intersidéraux, cet astre devrait se refroidir. Mais tout refroidissement amène une combinaison, puis une condensation des éléments refroidis, ce qui produit forcément un dégagement considérable de chaleur latente. Autrement dit, tout abaissement de température subi par le Soleil doit être accompagné de la transformation en chaleur ou énergie actuelle d'une certaine portion de la provision de chaleur potentielle contenue dans la masse de cet astre, provision qui, dans l'état de dissociation de ses éléments, est d'une immensité incalculable. Ainsi se trouverait résolu le problème si longtemps agité de la cause de la conservation de la chaleur au foyer solaire.

Ne terminons pas ce rapide aperçu, où nous aurions voulu donner plus de place aux éminentes qualités de cœur d'un savant aussi modeste et désintéressé que supérieur par un talent scientifique qui peut-être confinait presque au génie, sans dire un mot des qualités toutes à l'éloge de l'homme et que, comme le talent, il partageait avec son frère Charles, l'éminent géologue.

" Les frères Sainte-Claire Deville, dit le biographe dont nous avons très faiblement analysé le récit, appartenaient par eux-mêmes et par leurs alliances à ces vieilles familles françaises et catholiques où l'on a le culte de toutes les gloires, de toutes les libertés vraies, où les croyances les plus nobles et les plus élevées s'allient tout naturellement à une fière indépendance et à un ardent amour du travail. „

Combien la science s'honorerait et marcherait d'un pas assuré et plus rapide, si tous ceux qui la cultivent savaient élever leur âme à un pareil niveau ! C. DE KIRWAN.

II

La connaissance des temps évangéliques, par l'abbé Mémain, chanoine de Sens. — Un volume gr. in-8° de XVI-546 pages. — Paris, 1886, librairie catholique de Saint-Paul ; Rome, librairie Spithover.

Depuis plusieurs années que ce livre est entre nos mains, nous avions toujours reculé devant la tâche difficile d'en rendre compte comme il convient, tant les aspects y sont nombreux, tant sont profondes et variées l'érudition et la science qui y sont mises en œuvre. Le titre toutefois ne semble pas annoncer tant de choses ; comme son auteur, il est modeste ; il pourrait très bien s'appliquer à un simple tableau des mœurs, des coutumes, de la civilisation et des faits historiques de la Palestine durant le séjour de Notre-Seigneur en ce monde.

En fait ce tableau existe bien, et suffisamment développé et complet, dans l'ouvrage de M. l'abbé Mémain, mais il n'en constitue que la moindre partie. C'est un peu au sens astronomique qu'il faudrait prendre ici l'expression de *Connaissance des temps*, aussi bien d'ailleurs que dans le sens de la chronologie et de la critique historique. Le but que l'auteur s'est proposé, c'est d'établir, d'une manière scientifiquement démontrée, les dates certaines de la naissance, de la vie publique, de la mort de Notre-Seigneur Jésus-Christ, ainsi que les dates probables des principaux événements de son existence terrestre et des faits historiques qui s'y rattachent directement.

Pour accomplir une œuvre aussi délicate et aussi complexe, ce qu'il a fallu étudier comparativement de documents de toute sorte, compulser d'auteurs de toutes les époques, calculer même de données astronomiques, est véritablement effrayant. L'analyse succincte qui va suivre en donnera une faible idée.

L'ouvrage est divisé en sept parties auxquelles, sous le titre de *Notes complémentaires,* s'en ajoute une huitième qui n'est ni la moins savante ni la moins considérable.

La Première partie est consacrée aux préliminaires. On y fait ressortir l'importance et les incertitudes jusqu'alors de la chronologie évangélique, et la nécessité, en face des exigences actuelles de la science, de les préciser rigoureusement. Le tableau de la civilisation romaine au temps de Jésus-Christ, et de

toutes les misères, turpitudes, cruautés qu'elle dissimulait mal sous des dehors à d'autres égards brillants ; celle des Juifs, avec leur situation politique morcelée et soumise au joug de Rome, leur foi dévoyée par la perversion du sacerdoce lévitique et réduite à l'étroitesse des seules observances extérieures, variant d'ailleurs avec les sectes ; la description des calendriers julien et hébraïque, tous deux employés simultanément par les Juifs au temps de Jésus-Christ ; l'adoption du méridien de Jérusalem pour y rapporter les calculs astronomiques ; la concordance des ères romaine et chrétienne ; enfin l'état politique et administratif de la Judée sous la haute suprématie des empereurs romains, sous l'autorité plus immédiate de procurateurs et de rois relevant du pouvoir impérial, et sous celle des grands-prêtres juifs ; tels sont les objets très complexes de ces *Préliminaires.*

La détermination de l'époque de la naissance de Jésus-Christ dans l'ère moderne fait l'objet de la Seconde partie. Nous savons par l'Évangile que le Sauveur est né sous le règne d'Hérode Ier (*Matth.*, II), et à l'époque d'un recensement général de l'empire romain (*Luc*, II). Il s'agit de préciser l'année, le jour et l'heure de la naissance du Christ. L'auteur y arrive par une discussion savante des faits historiques contemporains, tant des faits locaux accomplis en Syrie et en Judée que des faits généraux de l'empire romain ayant exercé leur action sur ces pays, particulièrement des recensements de 726, 747 et 759 de l'ère de la fondation de Rome suivant Varron. En s'appuyant tour à tour sur l'autorité d'écrivains dignes de créance, comme Tacite, Josèphe, Tertullien, et discutant d'après une critique rigoureuse l'époque des faits qu'il leur emprunte, puis sur la date précise du solstice d'hiver (23 décembre, 10 h. 9 m. du matin) et celle, un peu antérieure, de la nouvelle lune (21 déc., 7 h. 19 m.), notre auteur arrive à cette conclusion, très probable sinon absolument certaine, que Jésus-Christ est né le vendredi 25 décembre de l'année julienne régulière 747 de Rome, *six ans et huit jours avant l'ère chrétienne vulgaire.*

Ajoutons que parfois l'esprit d'interprétation de l'exégète entraîne le rigoureux chronologiste en des sentiers peut-être un peu aventurés. N'y aurait-il pas quelque subtilité, par exemple, à appliquer les dénominations des jours de la semaine aux *jours* (hébr. *yomim)* de la création, et à admettre que l'homme " ayant été créé le vendredi (?) „, Notre-Seigneur a choisi, pour le racheter, le vendredi, afin que sa rédemption eût lieu le même

jour que sa création ?... Nous posons la question sans d'ailleurs nous permettre de la résoudre.

Les dates de la prédication de Jésus-Christ suivent logiquement celle de sa naissance. C'est la recherche de ces dates et, par suite, la fixation de la durée des principales phases de la prédication de l'Homme-Dieu qui font l'objet de la Troisième partie. L'auteur établit d'abord, d'après le Symbole des Apôtres, les textes de saint Luc et de saint Jean, l'opinion de saint Irénée, l'époque *approximative* de la mort du Sauveur, et son âge également approximatif au commencement et à la fin de sa prédication. Par la comparaison de ces dates approchées, tant avec le témoignage des historiens qu'avec celui des Évangélistes et aussi des coutumes et des observances des Juifs, il parvient à passer de l'approximation aux dates exactes. Puis il arrive à d'importantes confirmations des dates qu'il a données, par une judicieuse interprétation de la prophétie des soixante-dix semaines de Daniel; par les témoignages d'écrivains de l'antiquité, tels que Plutarque et Thucydide, et de nombreux orientalistes, tels que M. Oppert, établissant l'identification du Xerxès des Grecs avec l'Assuérus d'*Esther* (1); enfin par les faits historiques recueillis chez un grand nombre d'auteurs juifs, gentils ou chrétiens. Lorsqu'il a ensuite établi la durée totale de la prédication de Notre-Seigneur, puis celle de chacune des phases entre lesquelles elle se partage, il cherche à montrer l'harmonie des *nombres sacrés* avec la chronologie évangélique.

Ici, nous croyons devoir formuler quelques réserves. Assurément l'on ne saurait contester au savant auteur qu'il y ait " des nombres mystérieux et sacrés qui reviennent sans cesse dans les œuvres de Dieu. „ Les anciens avaient entrevu ce mysticisme des nombres; pour Pythagore, le philosophe païen, comme pour Philon le Juif et pour saint Augustin, *un* et *trois* sont les nombres divins par excellence. Cicéron appelait le nombre *sept* " le nœud de presque toutes choses „; et ce nombre est la somme de *trois* et *quatre*, ce dernier étant " le symbole de la créature et de l'homme en particulier. „ Sur ce dernier point, la démonstration ne nous paraît pas suffisamment convaincante : les quatre éléments des anciens, même modernisés sous les noms d'états *solide, liquide, gazeux* et *éthéré;* les quatre natures de quantités géométriques, *point, ligne, surface, solide;* les quatre saisons; les

(1) Cf. Vigouroux, *Manuel biblique*, 6e édit., t. II, p. 155.

quatre points cardinaux, les quatre membres de l'homme (et aussi, pourrait-on ajouter, de tous les quadrupèdes), ne peuvent-ils s'expliquer par de simples coïncidences? et ces coïncidences suffisent-elles à donner au nombre *quatre* un caractère mystique? " Les quatre branches de la croix par laquelle l'humanité a été rachetée „ ont assurément plus de poids dans la question : mais, là encore, est-il démontré qu'il y ait autre chose qu'une simple rencontre? — Pareillement, si les sept périodes de la création, les sept jours de la semaine, les sept sacrements, les sept dons du Saint-Esprit, etc., corroborent le caractère sacré du nombre *sept*, n'est-ce pas un peu forcer la note que d'y ajouter les sept tons de la gamme et les sept couleurs de l'arc-en-ciel? Ces divisions acoustiques et optiques sont beaucoup plus artificielles et conventionnelles que dans la nature même des choses : les couleurs du prisme se répartissent plus naturellement en cinq qu'en sept, et l'on pourrait, ce semble, concevoir des modulations faites sur une gamme composée autrement qu'avec les cinq tons et les deux demi-tons de la gamme traditionnelle. — On pourrait en dire autant de plusieurs des combinaisons par lesquelles l'ingénieux écrivain cherche à faire ressortir le caractère mystérieux du nombre *quarante,* " qui représente la plénitude et la maturité. „ Relevons, entre autres, la considération des quarante siècles pendant lesquels l'humanité entière attendit la venue du Sauveur. Qui nous garantit ces quarante siècles? L'auteur lui-même ne les donne point comme établis, puisqu'il nous indique jusqu'à sept dates différentes, relativement à la création du monde, pour la naissance du Sauveur, dates variant de 5503, qui donnerait 55 siècles, à 3755, qui n'en donnerait que 37 1/2 (p. 103) ; la moyenne de ces six dates donnerait 4812.

Mais, la part étant faite à la critique pour quelques rapprochements soit un peu forcés, soit plus ingénieux que réels, il n'en reste pas moins que, étant reconnu le caractère mystique ou sacré des nombres *un*, *trois*, *quatre, sept, douze* et *quarante*, ces nombres se retrouvent à chaque pas dans les divers événements de la vie terrestre de Notre-Seigneur (notamment le nombre quarante pour les années qu'il a passées ici-bas), tels que le savant auteur en a constaté la durée et les époques. Il y a sur ce sujet une page qui n'est pas la moins curieuse du livre de M. l'abbé Mémain.

La Quatrième partie, consacrée à l'Examen général des évangiles, est plutôt un travail de critique historique et d'apologé-

tique sur l'authenticité et l'autorité des évangiles, qu'une étude scientifique dans le sens rigoureux de l'expression. Nous ne nous y arrêterons pas. Dans la Cinquième partie, CONCORDANCE CHRONOLOGIQUE DES ÉVANGILES, nous avons à distinguer ce qui concerne : 1° la vie privée de Notre-Seigneur ; 2° la prédication évangélique ; et 3° la prédication des apôtres. C'est encore de l'histoire et de la critique historique. Cependant, certains faits y sont singulièrement éclairés ou corroborés par des considérations et calculs astronomiques. Ainsi, l'an 747 de Rome, à la fin duquel M. Mémain place la naissance du Sauveur, est extrêmement remarquable, astronomiquement, par la conjonction simultanée avec le Soleil de la Terre et des planètes Jupiter et Saturne, arrivée le 15 septembre ; les états de choses successifs qui se rattachent à ce phénomène, ainsi que les conjectures relatives à l'étoile des Mages, ne sont que sommairement indiqués dans le texte même de cette cinquième partie.

Mais on y renvoie à plusieurs des *Notes complémentaires,* qui occupent plus de 84 pages à la fin du volume : là sont exposés et décrits, avec figures et tous chiffres et détails désirables à l'appui, tous les phénomènes sidéraux remarquables qui ont précédé, accompagné et suivi la naissance du Christ.

Malgré quelques importantes argumentations tirées des travaux d'astronomes comme Calvisius (1), Képler, Ideler, passons rapidement sur la Sixième partie, consacrée au récit et à la réfutation des ERREURS COMMISES DANS LA CHRONOLOGIE ÉVANGÉLIQUE aux différents âges de l'ère chrétienne ; et consacrons quelques lignes à la Septième partie, essentiellement scientifique celle-ci, puisqu'elle a pour objet la RESTITUTION DU CALENDRIER HÉBRAIQUE *au temps de Jésus-Christ.* Pour établir cette restitution d'une manière parfaitement claire et accessible à tous les esprits, le sagace écrivain expose d'abord la théorie des divers calendriers : calendrier chrétien réglé sur l'*année solaire*, calendrier musulman réglé sur l'*année lunaire*, calendrier juif réglé sur l'*année luni-solaire.* Après quoi l'historique de ce dernier, remontant à Moïse, étrangement compliqué chez les Juifs modernes par suite de superfétations introduites par les Pharisiens peu avant la ruine de Jérusalem, mais assez fidèlement conservé par la secte sama-

(1) CALVISIUS, astronome, poète et musicien allemand, directeur de l'école de musique de Leipzig. Né à Groschleben en Thuringue, 1556, mort à Leipzig, 1617.

ritaine, éteinte depuis peu, est développé avec une netteté toute didactique. L'auteur est ainsi amené à tracer l'histoire de la science astronomique chez les Hébreux. Cette science, d'après Josèphe, remontait aux Patriarches qui, de la Chaldée dont ils étaient originaires, l'avaient par Abraham transmise aux Égyptiens, dans les connaissances desquels Moïse fut plus tard élevé. Or, contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'astronomie de ces peuples, au point de vue pratique, au point de vue de la constatation des phénomènes sidéraux et de la réglementation sur ces phénomènes du cours des mois et des années, sinon au point de vue de la théorie de ces mêmes phénomènes, cette astronomie était fort développée, et les Hébreux la possédaient au même degré. La science beaucoup plus vantée des Grecs ne la surpassait point et avait d'ailleurs la même origine. " Lors donc, ajoute le savant apologiste, que nous voyons le calendrier des Juifs concorder exactement avec les éléments astronomiques, cette concordance ne saurait nous étonner ; elle est justifiée par la science que leurs anciens docteurs ont certainement possédée (1). „ Néanmoins ce calendrier dut se ressentir des vicissitudes politiques : la captivité de Babylone, la conquête d'Alexandre, suivie de l'Ère des Séleucides, la domination romaine, avaient apporté de grandes perturbations, de grandes divergences, une vraie confusion dans la manière de fixer les époques, les dates, les fêtes, les actes de la vie civile. Il importait donc de retrouver, au sein de cette confusion, le véritable calendrier hébraïque tel que les Juifs le suivaient, pour l'observation de leurs fêtes religieuses et nationales, au temps où vécut Jésus-Christ ici-bas et aux temps qui suivirent sa venue. L'auteur établit cette restitution, et donne par là force de loi, si l'on peut employer une telle métaphore, aux dates précises des temps évangéliques que son érudition, ses connaissances historiques et astronomiques et sa critique rigoureuse lui ont permis d'établir d'une manière toujours probable et souvent certaine.

L'ouvrage se termine par 48 *Notes complémentaires* fournissant d'amples développements sur les principales questions abordées dans le cours du texte. Elles-mêmes sont suivies de divers tableaux pour les restitutions de calendriers, de néoménies et de saisons, et finalement de la liste des éclipses au siècle de Jésus-Christ, c'est-à-dire de l'an —7 à l'an +70.

JEAN D'ESTIENNE.

(1) *Conn. des temps évang.*, p. 416.

III

Les Champignons, Traité élémentaire et pratique de mycologie, etc., par J. Moyen, prêtre de St-Sulpice, professeur d'histoire naturelle, etc., avec 334 vignettes dans le texte et 20 planches en chromotypographie. 1 vol. gr. in-12 de xxxv-762 pp. — 1889. Paris, J. Rothschild.

Nous ne craindrons pas de le dire, ce livre est à nos yeux un modèle du genre. Livre de théorie scientifique et d'applications pratiques; didactique dans son plan, son ordonnance et ses divisions ; littéraire dans l'expression, quoique sans recherche et sans ornements déplacés; technique sans sécheresse et sans aridité; clair et d'une lecture facile toujours; pénétré constamment de ce sens philosophique qui est le véritable esprit scientifique: un tel ouvrage révèle la plume d'un vrai savant en même temps que celle d'un lettré, le tempérament du professeur qui sait rendre son enseignement attrayant à son auditoire, avec l'élévation d'esprit du croyant que ne quitte jamais la pensée du souverain Auteur et Ordonnateur de toutes choses.

Le *Traité de mycologie* est suivi d'une *Flore* qui comprend la description des familles, genres et espèces, sinon dans leur totalité, ce qui dépasserait de beaucoup les bornes d'un manuel élémentaire, du moins dans tout ce qu'elles contiennent d'essentiel pour un traité pratique : la grande famille des Agaricinés dans son entier, et, dans celles des Polyporés, le genre *Boletus* également complet. Les autres familles (Hydnacés, Auriculariés, Clavariés, Trémellacés, dans le sous-ordre des *Hyménomycètes*, ordre des Basidiomycètes ; celles des Nidulariés, Phalloïdés, Lycoperdacés, Podaxinés, dans le sous-ordre des *Gastéromycètes;* enfin, dans l'ordre des Ascomycètes, les Tubéracés, parmi lesquels figurent les succulentes Truffes, et les Pézizés, comprenant la délicate Morille) sont décrites seulement avec les espèces les plus remarquables de leurs genres principaux. De nombreuses vignettes intercalées dans le texte appuient ces descriptions, que complète l'espèce d'atlas de planches coloriées par lequel se termine le volume. Chaque planche représente, à divers degrés de développement, de 2 à 5 types différents, d'une exécution très soignée, avec une légende explicative.

Cette *Flore mycologique*, avec son atlas et ses autres accessoires, comprend toute la seconde moitié du volume, la première étant

occupée, — à la suite d'une *Introduction* de M. Jules de Seynes, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, membre de la Société botanique de France, d'une *Préface* de l'auteur, des *Tables* et d'un chapitre de *Notions préliminaires,* — par le *Traité* proprement dit.

Ces notions préliminaires consistent dans les données les plus élémentaires de la physiologie végétale présentées au point de vue de la structure spéciale des champignons, ces végétaux bizarres que l'auteur définit avec une parfaite justesse :

" Des plantes cryptogamiques, de structure cellulaire et dépourvues de chlorophylle. "

Le *Traité* lui-même est divisé en trois parties.

La Première partie, qui est, au point de vue de l'étude et de la science mycologique ou fongique, la plus importante, comprend: 1° l'*Organisation :* mycélium, réceptacle, hyménium, structure et détails de ces diverses parties, spores et leurs fonctions, polymorphisme et hétéroxénie; 2° les *Propriétés* remarquables, résultant de la composition chimique des champignons et de leur analyse ; 3° la *Classification,* comprenant l'historique des classifications adoptées par les mycologues les plus célèbres, Fries, Léveillé, A. Brongniart, De Bary, avec l'exposé de celle que l'auteur leur a préférée.

La Deuxième partie distribue également ses matières en trois ordres d'idées : Station et *Distribution* géographique des champignons ; — *Variabilité* des formes extérieures sous la permanence des espèces ; — *Culture* de ces intéressants cryptogames tant au point de vue de l'étude scientifique que de l'alimentation par les nombreuses espèces comestibles : parmi celles-ci, le champignon de couche *(Psalliota* ou *Pratella* des champs, Agaric champêtre); la Truffe et ses diverses variétés *(Tuber melanosporum, T. brumale, T. æstivale, Terfez,* etc.) ; la Morille *(Morchella conica, M. esculenta, M. deliciosa) ;* le Cèpe *(Boletus edulis, B. æreus) ;* le Polyporus tuberaster ou Pierre à champignon *(Pietra fungaia)* des Italiens, — occupent la place la plus considérable.

Si la Première partie du Traité qui nous occupe est la plus essentielle, la plus nécessaire sous le rapport théorique et de la science proprement dite, la Troisième partie, dont il nous reste à parler, est, au point de vue pratique, la plus intéressante. Elle s'occupe des *Rôle et Usage des Champignons:* leur *rôle,* elle l'examine dans la nature, soit relativement au règne végétal représenté par les arbres et le sol forestier, — soit par rapport à

l'homme et aux animaux quant aux affections morbides que déterminent ou accompagnent les moisissures, les microbes et autres mycophytes microscopiques, — soit enfin quant à l'effet nuisible ou utile de certains champignons sur les matières alimentaires ou autres au service de l'homme. Leur *usage* est triple : industriel, médical, alimentaire. L'emploi industriel consiste principalement dans la fabrication de l'amadou, de certaines substances tinctoriales ou usitées en parfumerie. La médecine trouve des médicaments dans plusieurs espèces, même vénéneuses, y compris l'Ergot du seigle d'où l'on tire l'ergotine, et les Lycoperdons *(Vesses-de-loup)*, genre non toxique, qui réduits en poudre sont efficaces pour arrêter le sang.

L'emploi alimentaire des champignons est de beaucoup le plus important. L'auteur commence par s'inscrire en faux contre l'opinion qui veut que les meilleurs champignons ne vaillent rien (1) : " il y en a, dit-il, beaucoup d'excellents, pouvant fournir une nourriture agréable, saine et substantielle tout à la fois " , et il le prouve. Néanmoins, ce qui sera longtemps un obstacle à la diffusion en grand de cet aliment, c'est le défaut d'un criterium toujours certain pour distinguer les espèces inoffensives des espèces qui contiennent des poisons. A part un petit nombre sur lesquelles il n'y a pas de confusion possible, comme la Morille ou la Truffe, pour les autres, le seul moyen de discerner les bons champignons des mauvais, c'est une connaissance tout au moins pratique, sinon entièrement technique et scientifique, de la flore mycologique de la région qu'on habite. Il est vrai qu'il est des procédés, exposés par l'auteur, pour débarrasser toute espèce de champignons vénéneux de leurs principes toxiques et les rendre ainsi inoffensifs ; mais comme d'autre part les substances aromatiques et les sucs cellulaires qui donnent à la plante son mérite sont entraînés avec les poisons, il ne reste plus qu'une matière fade, nutritive sans doute, mais sans aucun agrément pour le goût.

L'auteur donne d'ailleurs les procédés de préparation et d'apprêt qui conviennent à chaque espèce comestible, ainsi que la manière de les mettre en conserve. Il expose aussi le traitement à suivre en cas d'empoisonnement par ces cryptogames.

(1) N'est-ce pas à saint François de Sales que l'on prête ce propos : " Il en est des romans comme des champignons : les meilleurs ne valent rien " ? Nous n'avons pas qualité, assurément, pour apprécier le jugement du grand évêque et du directeur de conscience sur les romans ; mais il est permis d'estimer que son point de comparaison était défectueux.

Ces données et indications pratiques n'empêchent pas le savant auteur d'aborder, à l'occasion, la discussion scientifique. Il le fait d'ailleurs avec une sobriété et une modération qui n'excluent pas la fermeté. Ainsi l'école transformiste avait cru tirer du polymorphisme de certains champignons un argument précieux en faveur de la théorie : la rouille du blé *(Uredo linearis)*, notamment, qui se manifeste à l'extérieur, d'abord par une production d'*urédospores* (rouille rouge) donnant naissance, pendant l'été, à toute une suite de générations d'*uredo ;* la dernière produit des *téleutospores* (rouille noire ou *Puccinia graminis* des botanistes), qui n'entreront en germination qu'après l'hiver, pour émettre un *promycelium* filamenteux sur lequel apparaîtra une troisième forme de semences, les *sporidies,* différentes des téleutospores comme des urédospores non seulement par leur forme extérieure, mais encore par leurs facultés germinatives : elles ne peuvent germer et se développer que sur un arbrisseau forestier, l'Épine-vinette *(Berberis vulgaris),* où elles produisent une plante parasite longtemps considérée comme une espèce, un genre même à part, sous le nom de *Œcidium Berberidis.* De cette dernière forme s'échappent des spores nouvelles qui, tombant sur des feuilles de blé, pénétreront dans l'intérieur de leurs tissus et recommenceront la série par la production de l'*Uredo linearis,* d'où naîtra la rouille rouge, et ainsi de suite.

Ce n'a pas été sans peine que l'on est parvenu à surprendre le secret de ces générations multiformes d'une même espèce ; et l'acquisition de cette connaissance paraît avoir été plutôt entravée que facilitée par les travaux de certains phytologues de l'école transformiste, qui, dirigés par une trop grande confiance dans leur système, voulaient à toute force voir, dans ces types différents engendrés les uns des autres, un exemple de cette transmutation chère à l'école. Il a fallu les longs et patients travaux des Tulasne, des Cooke et des Berkeley pour mettre au jour avec une entière certitude cette vérité que, nonobstant les cas de polymorphisme comme celui que nous venons de citer, les espèces sont aussi certaines et aussi fixes parmi les champignons que dans aucune autre branche de la nature organique vivante. En tous cas, ajouterons-nous, ce n'est pas encore, au moins jusqu'à présent, dans la mycologie que l'école évolutionniste trouvera ce fait de transformation d'une espèce en une autre, que depuis si longtemps M. Émile Blanchard lui demande en vain.

On voit que le *Traité pratique de mycologie* de M. l'abbe

Moyen est aussi complet que possible. Il vient à son heure pour remplir une place qui n'était point occupée. Sans doute, les ouvrages mycologiques ne manquaient point. Mais les uns, purement techniques, ne s'adressent qu'aux botanistes de profession ; d'autres, trop exclusivement élémentaires, n'ont guère d'autre utilité que de faciliter la recherche des champignons comestibles. Ici, cet objet n'est point négligé ; il y est même très efficacement pourvu, outre les explications très développées du texte, par un " Tableau analytique des espèces comestibles „ qui suit immédiatement la *Flore* dont nous avons parlé plus haut. Mais ce n'est là qu'un des côtés, et le moins scientifique, de la question ; elle en contient beaucoup d'autres dont aucun n'a été négligé.

Toujours et partout l'auteur se montre naturaliste érudit autant que savant, lettré autant que savant et érudit. Aussi son œuvre aura ce très rare mérite d'être appréciée des botanistes de profession en même temps que goûtée du grand public et suivie aisément par les commençants. C'est que M. l'abbé Moyen n'a pas cru que l'étendue de ses connaissances scientifiques lui fit une obligation de n'être intelligible qu'aux seuls initiés : il a voulu être *tout à tous*, et il y a réussi. Son livre donne, à notre avis, la note de la vraie manière de rédiger les écrits de haute vulgarisation.

C. de Kirwan.

IV

Les denrées alimentaires, leurs altérations et leurs falsifications; conférences données au Grand Concours international de Bruxelles; un vol. in-8°, 340 pages. — Bruxelles, Lamertin, 1889.

La question de la répression des falsifications des denrées alimentaires est une de celles qui, en ce moment, préoccupent le plus l'opinion publique. Un projet de loi a été déposé aux Chambres belges, le 21 décembre dernier, dans le but d'autoriser le Gouvernement à réglementer et à surveiller la fabrication et le commerce des denrées alimentaires. Pour préparer la discussion de ce projet de loi, ainsi que l'élaboration des règlements qui seront portés en exécution de cette loi, l'administration du service de santé et de l'hygiène avait, l'été dernier, installé à l'Ex-

position un modèle de laboratoire pour l'analyse des denrées alimentaires; dans ce laboratoire se trouvaient réunis une foule de documents relatifs aux altérations et falsifications de ces denrées; et des conférences furent données sur ces intéressantes questions par de nombreux spécialistes : MM. V. André, Th. Belval, L. Brouwier, G. Bruylants, P. Claes, F. Delaunoy, A. Denaeyer, L.-F. De Nobele, J.-B. Depaire, V. De Vaucleroy, F. D'Hont, E. Dubois, A. Jorissen, A. Kayser, Ad. Kemna, E. Vande Vyvere, E. Van Hertsen et J. Wauters. Ces conférences furent imprimées d'abord par les soins du Gouvernement, en même temps qu'une notice sur la participation du service de santé et de l'hygiène au Grand Concours. Une édition vient d'en être publiée pour le commerce.

Telle est l'origine de cet ouvrage. Nous en extrayons quelques données intéressantes sur la nature et les dangers des falsifications et altérations des aliments, ainsi que sur les moyens de les reconnaître et de les réprimer.

On entend par *falsification* toute manœuvre ayant pour résultat de modifier la composition normale d'une substance. L'*altération* d'une denrée est une modification qu'elle subit par suite de négligence, soit dans sa préparation, soit dans sa conservation.

Falsifications. — Voici quelques exemples de falsification assez fréquents en Belgique :

La farine de blé et le pain qui en provient sont additionnés de substances minérales, telles que sulfate de chaux, sulfate de baryte, craie, alun, sulfate de cuivre; de farine de céréales étrangères ou de légumineuses, de pulpe de pommes de terre, etc.;

Le café en poudre est adultéré au moyen de farines torréfiées, d'ocre brune, de chicorée en poudre; celle-ci est mélangée avec des matières terreuses, de la tourbe, etc.;

Le cacao en poudre et le chocolat sont falsifiés au moyen de fécule de pommes de terre, d'arrow-root, de farine, de sucre, de grabeaux de cacao, de matières minérales, d'huiles et de graisses animales;

Le poivre en poudre est additionné de poudre de noyaux d'olive, de grabeaux ou poussière de poivre, de fécule, de farines diverses, de piment de Cayenne, de matières terreuses;

On falsifie le sucre en poudre au moyen de farine, de saccharine; avec la cassonade on mélange de la glucose;

Les confitures et les sirops de fruits sont fabriqués à l'aide de sirop de glucose, de saccharine, d'acide tartrique, de matières colorantes et d'essences artificielles;

Pour la fabrication de la bière, on substitue au malt et au houblon de la glucose, de la mélasse, de la coque du Levant, de l'aloès; on y ajoute de l'eau en excès, de la glycérine, de la saccharine, des colorants artificiels, des produits sapides et aromatiques divers ;

On fabrique du vin avec de l'eau, de l'alcool, du sucre, de la mélasse, de la glucose, des marcs de raisin, des raisins secs, de la saccharine, de la glycérine, des bouquets artificiels, des matières colorantes, des produits aromatiques;

Les boissons spiritueuses, telles que genièvre, eau-de-vie, rhum, etc., sont composées avec de l'alcool impur, de l'eau, des matières colorantes, des produits sapides divers, des bouquets artificiels;

Le vinaigre est falsifié au moyen d'eau, d'acides divers, de sel, de poivre, de matières colorantes, etc. ;

L'huile d'olive est mélangée avec de l'huile d'œillette; celle-ci, avec de l'huile de coton;

On enlève au lait sa crême ; on y ajoute de l'eau ;

Le beurre est contrefait ou falsifié au moyen de margarine ; on incorpore également de la margarine aux fromages ;

Dans le commerce des viandes, on substitue une espèce animale à une autre : on vend de la viande de chien pour de la viande de mouton, de la viande de cheval pour de la viande de bœuf.

Parmi les produits d'application récente à la falsification des denrées alimentaires, il en est deux qui offrent une importance particulière : la margarine et la saccharine.

La margarine est, comme on le sait, fabriquée au moyen de graisses animales, avec incorporation d'une petite quantité de beurre et de matière colorante. Les graisses provenant d'animaux sains présentent toute garantie au point de vue de l'hygiène ; mais il n'en est pas de même de celles d'animaux atteints de certaines affections parasitaires ou infectieuses : or, dans la fabrication de la margarine, la graisse est chauffée à une température insuffisante pour faire périr les germes et les organismes nuisibles. Au reste la margarine, quelle que soit sa qualité, constitue toujours un produit inférieur au beurre naturel au point de vue de la digestibilité.

La saccharine ou anhydride sulfaminbenzoïque tend à se substituer au sucre dans la confiserie, dans la fabrication des gelées et des sirops de fruits et dans la préparation des liqueurs; elle est aussi entrée en brasserie. Sa valeur sucrante est d'environ 250 fois celle du sucre. La saccharine n'a aucune valeur nutritive; elle passe comme telle dans l'urine. Elle ne paraît pas être toxique à la dose de 3 gr. et même de 5 gr. par jour ; mais l'innocuité de ces doses massives, ingérées accidentellement, ne permet pas de préjuger les résultats d'un usage longtemps prolongé. En effet, ce produit possède des propriétés microbicides et antifermentescibles : or il est peu probable qu'une substance qui tue les organismes inférieurs ou les empêche de se développer puisse être sans action sur l'organisme humain, et qu'un corps susceptible d'entraver l'action des ferments chimiques en général, laisse de contrarier celle des ferments de la digestion. D'ailleurs, si la saccharine préparée avec des ingrédients purs et d'une façon soignée n'est pas toxique, en est-il de même des produits fabriqués en vue de soutenir la concurrence ? En ce qui concerne particulièrement l'emploi de la saccharine dans la préparation de la bière, il ne saurait être justifié par les propriétés antiseptiques de ce produit : à la dose où il faudrait l'employer pour empêcher le développement du ferment lactique, cette boisson serait absolument trop sucrée, le traitement reviendrait fort cher, et il serait d'ailleurs inefficace pour prévenir la fermentation acétique.

Altérations. — L'altération des produits alimentaires résulte le plus souvent d'une action décomposante due à l'intervention de parasites végétaux ou animaux.

Parmi les parasites végétaux figurent les champignons ou moisissures et les microbes divers.

Les moisissures se développent surtout sur les aliments d'origine végétale ou féculente, tels que le pain, et principalement en présence de l'humidité. Les moisissures vertes et blanches, les plus communes, ne presentent pas de danger ; mais la moisissure orange et la noire rendent le pain absolument indigestible.

Les farines et les grains sont aussi altérés parfois par des parasites, microbiens (rouille, charbon, carie) ou autres (charençons, alucite).

Des ferments (champignons et microbes) nuisibles attaquent le lait, la bière, le cidre, le vin, et y engendrent des maladies spéciales, telles que l'acidité, l'amertume, la tourne, la viscosité, le

filage, la pousse, la graisse, etc. Le vinaigre subit des altérations analogues. Le beurre et le saindoux rancissent sous l'action de ferments.

Les viandes, les peptones, le poisson, les légumes, les fruits, sont facilement envahis par des microbes qui en déterminent la putréfaction et y donnent naissance à des produits de décomposition de nature toxique, appelés *ptomaïnes*. Les moules et les crustacés altérés renferment aussi des microbes et des produits de décomposition nuisibles.

Les denrées alimentaires d'origine animale, le lait, la viande et les graisses, peuvent renfermer des microbes de maladies contagieuses, telles que le charbon et la phtisie, ces microbes provenant des animaux producteurs eux-mêmes. Enfin les denrées alimentaires en général, et particulièrement les eaux, peuvent servir de véhicule à des germes pathogènes spécifiques émanant de personnes ou d'animaux.

Les parasites animaux comprennent les trichines, les cysticerques et la plupart des helminthes parasites de l'intestin, des muscles et des glandes; ils ont leur origine dans la viande de porc.

Personne n'ignore qu'une douce chaleur et le défaut de propreté favorisent la propagation des parasites.

La plupart des parasites végétaux et animaux peuvent être détruits, ou tout au moins entravés dans leur développement, par l'action d'une chaleur intense. Ainsi, en faisant bouillir le lait, on assure sa conservation et son innocuité; en cuisant les viandes avec soin et à une température suffisamment élevée, on met les parasites animaux et les microbes pathogènes hors d'état de nuire. Malheureusement, on mange beaucoup de viandes crues, saignantes, ou imparfaitement cuites; d'autre part, avant d'être ingérées, les viandes sont manipulées par les bouchers, les charcutiers et les ménagères, qui peuvent en contracter des intoxications graves.

Le froid engourdit certains microbes, tels que ceux de la fermentation lactique et de la fermentation putride.

Le suc gastrique jouit aussi, dans certains cas, de la propriété de neutraliser ou d'enrayer l'action des microbes et des virus; mais cette action est loin d'être constante chez tous les individus et pour tous les microbes.

Souvent on cherche à prévenir l'altération sous l'action des microbes, en faisant usage d'agents conservateurs ou antisep-

tiques, tels que le sel, le salpêtre, le bisulfite calcique ou sodique, le borax, l'alun, l'acide salicylique.

Ce dernier antiseptique jouit aujourd'hui d'une assez grande vogue. On l'emploie fréquemment, surtout pendant la saison d'été, pour conserver les viandes, le poisson, le lait, le beurre, les fromages, les œufs, les légumes, les conserves de fruits, les sucs de fruits, les sirops et les confitures, le cidre, le vin, la bière, à des doses variant de 0,05 gr. à 1 gr. par litre ou par kilogr. de denrée. Pour la bière et le vin, la dose est généralement de 0,05 à 0,15 gr. par litre. Il paraîtrait qu'à la dose journalière de 0,2 à 0,5 gr., et même 1 gr., cet acide pourrait être absorbé pour ainsi dire indéfiniment, sans le moindre préjudice, par les personnes bien portantes, mais qu'il pourrait nuire aux personnes dont les reins sont malades, aux vieillards et aux dyspeptiques.

Outre les altérations d'origine parasitaire, il en est qui tiennent à d'autres causes. En voici quelques exemples :

Les viandes et le lait peuvent se trouver altérés par suite de l'administration de médicaments aux animaux dont ils proviennent, ou par suite de l'état physiologique de ces animaux (lait colostral, viandes gélatineuses) ;

Les denrées sont parfois souillées par des matières détachées des appareils et ustensiles qui ont servi à leur préparation, à leur conservation ou à leur manipulation, tels qu'objets en cuivre non étamé, en plomb, ou en alliage plombifère.

L'eau alimentaire, provenant de sources, de drains, etc., peut être contaminée par des infiltrations ou des projections de matières minérales ou organiques émanant des terrains, des cultures, des habitations ou des fabriques. L'eau de rivière notamment tient presque toujours en suspension ou en dissolution des matières organiques et autres en quantité excessive; aussi est-il nécessaire de la purifier par filtration avant de l'employer aux usages domestiques : les filtres en fer spongieux paraissent très recommandables.

Certaines denrées doivent leur altération à des défectuosités dans les procédés de fabrication : telles sont les boissons alcooliques mal rectifiées. Si les boissons spiritueuses sont, d'une manière générale, nuisibles à la santé, on peut dire que les alcools à bon marché tirés des mélasses, des betteraves, des maïs, des topinambours, etc., lorsqu'ils sont imparfaitement rectifiés, présentent des dangers spéciaux : ils renferment en

effet, à côté de l'alcool éthylique, relativement inoffensif, d'autres produits, tels que l'aldéhyde, l'alcool propylique, l'alcool butylique, l'alcool amylique, l'acétate d'amyle, la pyridine, le furfurol, la plupart éminemment toxiques. Il est toutefois possible d'obtenir des boissons alcooliques pures avec les matières mentionnées ci-devant, soit par des rectifications successives, soit par l'emploi de levures appropriées ou de procédés spéciaux d'épuration.

Expertise. — Par quels moyens arrive-t-on à constater les falsifications et altérations des denrées alimentaires ?

On a souvent indiqué des procédés dits rapides et à la portée de tous pour la recherche des falsifications. Ces moyens peuvent être efficaces dans certains cas de falsification grossière; mais la plupart d'entre eux ne fournissent que des indications erronées lorsque la fraude est quelque peu habile. Ces procédés ne devraient guère être employés que pour des essais préliminaires; il serait généralement imprudent de conclure au sujet de la qualité d'une denrée, avant d'avoir procédé à une analyse complète, par des méthodes perfectionnées, dans des laboratoires bien outillés.

C'est ainsi que, pour le lait, par exemple, l'emploi exclusif d'instruments tels que le lactodensimètre et le crémomètre peut induire totalement en erreur.

Pour la distinction du beurre naturel d'avec des mélanges de beurre et de margarine, on a proposé des procédés basés sur l'odeur du produit chauffé à une température élevée, sur l'odeur qui se dégage lorsqu'on éteint par insufflation la flamme d'une mèche imbibée du produit fondu, sur le brunissement et le boursouflement du beurre sous l'action de la chaleur, etc. : aucun chimiste ne voudrait assumer la responsabilité de se prononcer devant les tribunaux en se basant sur ces méthodes.

Un instrument qui est, sans contredit, de la plus grande utilité pour la recherche des falsifications et altérations, c'est le microscope. Dans beaucoup de cas, l'analyse micrographique conduit plus promptement et plus sûrement au but que l'analyse chimique ; souvent même elle apporte des solutions alors que cette dernière est impuissante à en fournir. Le microscope s'applique notamment à l'examen des farines, des fécules, des épices, des condiments, du café, du chocolat, du thé, du miel, etc. ; toutefois, pour des dosages exacts, il faut toujours recourir aux procédés chimiques. Pour ce qui concerne les altérations

d'origine parasitaire, l'analyse microscopique, précédée au besoin d'une culture spéciale dans un milieu approprié (analyse bactériologique), rend à l'hygiène de grands services. Malheureusement les microbes de la putréfaction, ceux des maladies spéciales des denrées et ceux des maladies infectieuses et épidémiques sont parfois assez difficiles à distinguer, au microscope, des microbes inoffensifs qui président aux actes de la digestion ordinaire et de la fermentation normale des composés organiques ; et il est souvent nécessaire de recourir encore à des expériences physiologiques.

Parmi les autres instruments et appareils dont un laboratoire d'analyse des denrées alimentaires doit être pourvu, citons le saccharimètre, des appareils spéciaux pour le dosage de l'azote et de l'acide carbonique, un appareil pour l'analyse organique élémentaire, des appareils distillatoires, des extracteurs, des dialyseurs, une pompe à vide avec cloche, un four à incinérer, etc., etc. Le coût total du mobilier spécial, des appareils, instruments, ustensiles et réactifs d'un laboratoire de l'espèce est de 7000 à 10 000 francs.

Répression. — C'est à l'autorité communale qu'incombe, d'après nos lois organiques, la charge de veiller sur la salubrité et la pureté des denrées alimentaires. Un certain nombre de communes importantes, telles que Bruxelles, Anvers, Gand, Courtrai, Ixelles, Schaerbeck, Anderlecht, ont organisé un service de vérification de ces denrées : des échantillons des produits suspects sont prélevés régulièrement dans les magasins et sur les marchés pour être soumis à l'examen d'experts-chimistes, soit dans des laboratoires appartenant aux communes, soit dans des laboratoires privés, agréés par celles-ci. Le commerce des viandes fait, dans ces localités, l'objet d'un contrôle particulièrement sérieux ; il y existe des abattoirs publics et des bureaux de vérification pour les viandes foraines. Mais, dans la plupart des petites villes et des communes rurales, aucune espèce de surveillance n'est exercée sur le commerce des denrées alimentaires. Là, on s'adonne impunément à la falsification, à la contrefaçon, à la vente de produits gâtés ou corrompus ; là, on abat librement pour la boucherie des animaux malades ou suspects ; la viande qui en provient est débitée sur place, ou introduite dans les grandes villes après avoir été, au besoin, dépouillée des parties compromettantes (poumons, cœur, etc.), ou transformée en chair à saucisses ou en préparations de charcuterie.

On conçoit, jusqu'à un certain point, que les communes dont les ressources sont restreintes reculent devant les frais, toujours assez élevés, d'établissement d'un service de contrôle du commerce des aliments. Le Gouvernement et les provinces devraient leur venir en aide. Les communes peu importantes pourraient d'ailleurs se grouper entre elles pour l'installation de laboratoires à frais communs.

Mais l'inaction des autorités communales doit aussi être attribuée, dans beaucoup de cas, à la crainte du ressentiment des commerçants électeurs chez qui des saisies viendraient à être pratiquées. Pour obvier à cette cause d'abstention, il faudrait que le Gouvernement fût investi des mêmes pouvoirs que les communes en ce qui concerne la vérification des denrées alimentaires : il pourrait alors intervenir pour effectuer lui-même cette vérification, à défaut des administrations locales. Les Commissions médicales provinciales, instituées par le Gouvernement, ont dans leurs attributions tout ce qui touche à la salubrité et à l'hygiène publique ; elles sont donc désignées tout naturellement pour s'occuper de cette surveillance. Des agents spéciaux et des laboratoires seraient à cet effet mis à leur disposition.

Cette généralisation de l'inspection du commerce des denrées alimentaires est la première mesure à prendre pour combattre les abus qui se produisent dans ce commerce.

Il conviendrait aussi de compléter notre législation relative à la répression des falsifications.

Sans doute, notre Code pénal commine des peines contre ceux qui falsifient les denrées alimentaires à l'aide de substances nuisibles et contre ceux qui vendent, exposent en vente ou détiennent pour la vente des denrées ainsi falsifiées (art. 454, 455, 456 et 457). Il vise également les contrefacteurs, ceux qui trompent sur la nature ou l'origine de la chose vendue (art. 498), les falsificateurs en général, ceux qui propagent méchamment et frauduleusement des procédés de falsification, ceux qui vendent, exposent en vente ou détiennent pour la vente des denrées alimentaires falsifiées, sachant qu'elles sont falsifiées (art. 500, 501, 502 et 503) ou même ne le sachant pas (art. 561, 3°); enfin ceux qui vendent ou exposent en vente des denrées alimentaires gâtées ou corrompues (art. 561, 2°).

Mais la tentative de tromperie sur la nature ou l'origine d'une denrée, par l'exposition en vente de marchandises totalement contrefaites, ne tombe nullement sous l'application du Code pénal; et l'on peut impunément, jusqu'aujourd'hui, exposer

en vente de la margarine pour du beurre naturel, du sirop artificiel de fruits pour du sirop véritable, de l'huile de coton pour de l'huile d'œillette ou d'olive, de la viande de cheval pour de la viande de bœuf, etc.

La vente de produits mal préparés ou nuisibles, tels que les boissons spiritueuses mal rectifiées, les fruits non mûrs, etc., n'est pas non plus visée par le Code en termes suffisamment explicites.

Il devrait être remédié à cette situation par de nouvelles dispositions légales ou réglementaires.

Lors même qu'il s'agit de contraventions ou de délits prévus par le Code pénal, tels que vente de produits déclarés par un expert additionnés de substances toxiques, falsifiés, contrefaits, gâtés ou corrompus, il est souvent difficile au juge de décider d'une manière absolue si réellement il y a contravention ou délit. Cette difficulté provient : 1° du désaccord qui existe entre les chimistes au sujet de la composition normale de certains aliments, des caractères d'altération des diverses denrées, et du degré de nocuité des matières qui peuvent y avoir été introduites; 2° de l'entière liberté qu'ont les commerçants d'assigner à leurs produits des dénominations fantaisistes, propres à donner le change sur la nature, l'origine ou la composition frauduleuse de ces produits, tout en se ménageant les moyens de soutenir devant les tribunaux qu'ils n'ont pas voulu tromper le public.

Pour éviter que les fraudeurs ne puissent ainsi bénéficier du doute jeté dans l'esprit des juges, le Gouvernement devrait publier un code indiquant la composition moyenne des denrées alimentaires employées dans le pays, avec les maxima et les minima de chacun des constituants. Ce code serait, bien entendu, révisé en temps opportun, de façon à être tenu constamment au courant des progrès de la science. Il contiendrait également une liste des principales matières nuisibles à la santé ou tout au moins dangereuses, dont les falsificateurs font usage pour colorer les aliments et les boissons, pour les aromatiser, pour corser leur saveur, pour combattre ou prévenir leur altération, ou même simplement pour augmenter leur poids ou leur volume; et il indiquerait, pour chacune de ces matières, si son introduction dans les denrées alimentaires doit être interdite d'une manière absolue, ou seulement au delà de certaines doses. Enfin il mentionnerait les principales altérations auxquelles sont sujettes les différentes denrées et qui sont de nature à faire exclure ces denrées de l'alimentation publique.

En se basant sur les données de ce code, on pourrait édicter des règlements spéciaux relativement au commerce des principaux aliments et boissons.

Le commerce des denrées d'origine animale serait l'objet de mesures particulièrement sévères.

Il serait interdit de vendre du lait provenant de vaches malades, ou subissant un traitement quelconque, ou gardées dans des étables malsaines ; comme aussi de vendre du lait sortant d'une ferme parmi le personnel de laquelle un cas de maladie contagieuse se serait déclaré.

Aucune viande ne pourrait être mise en vente ni préparée pour la boucherie, sans que la bête n'eût été reconnue parfaitement saine par un expert, d'abord avant l'abatage, puis après l'abatage, la dépouille complète étant encore adhérente au cadavre. Cette seconde visite devrait s'effectuer à l'abattoir ou à la tuerie même; car la mesure qui consisterait à faire transporter les quartiers de viande avec la dépouille tout entière aux bureaux d'expertise serait vexatoire pour les intéressés et d'une application difficile ; de plus, elle pourrait donner lieu à des fraudes, telles que substitution d'organes, qui induiraient l'expert en erreur. Un service d'inspection des viandes de boucherie serait donc organisé dans toutes les communes où il existe des tueries.

Pour prévenir toute confusion et toute méprise, on obligerait les commerçants en denrées alimentaires à apposer sur leurs marchandises des étiquettes renseignant clairement l'acheteur sur la nature, l'origine ou la composition de ces marchandises, en conformité avec les indications du code dont il a été question ci-devant.

Il serait entendu, par exemple, que, sous le nom de " bière ", on ne pourrait plus désigner qu'une boisson fermentée ou en fermentation, fabriquée exclusivement au moyen de malt, de céréales diverses, de houblon et d'eau, avec ou sans addition de levure, et renfermant un minimum déterminé d'alcool et d'extrait. Toute introduction dans la bière de substances autres que les matières premières indiquées ci-dessus, de même que toute réduction de la teneur en alcool ou en extrait, devrait, sous peine de constituer une falsification, faire l'objet d'une mention expresse sur l'étiquette et sur la facture, ou être portée à la connaissance du public par l'adoption d'une dénomination spéciale, suffisamment significative.

Il serait bon que les fraudeurs fussent frappés de peines plus

sévères que celles actuellement édictées par le Code pénal : souvent ces peines ne suffisent pas pour les détourner de leurs manœuvres coupables, surtout lorsqu'ils pratiquent ces dernières sur une grande échelle.

Les mesures de surveillance et de répression devraient être uniformes, non seulement dans toutes les communes du pays, mais encore dans tous les pays. En effet, l'on ne peut, sans gêner beaucoup les transactions commerciales, retenir les produits aux frontières, pour les y soumettre à une analyse. En outre, comment vérifier l'origine d'une fraude constatée sur un produit venu de l'étranger, si ce n'est moyennant une entente internationale? D'ailleurs il ne convient pas que ce qui constitue un délit d'un côté de la frontière reste impuni de l'autre côté ; et, à ce point de vue encore, une organisation internationale est extrêmement désirable. Les gouvernements, qui se sont mis d'accord pour empêcher la propagation des maladies contagieuses aux animaux, sauront aussi, il faut l'espérer, s'entendre pour se protéger mutuellement contre l'importation des denrées falsifiées.

Le projet de loi relatif à la surveillance du commerce des denrées alimentaires, s'il est adopté par les Chambres, permettra au Gouvernement de satisfaire aux *desiderata* formulés par les conférenciers de l'Exposition.

D'après l'Exposé des motifs, le Conseil supérieur d'hygiène publique a reçu la mission d'établir la composition normale des principales denrées usitées en Belgique.

A ce document se trouve déjà annexé un avant-projet de règlement sur le commerce des beurres. Toute substance ou préparation présentant de l'analogie avec le beurre naturel, et qui n'a pas été fabriquée exclusivement au moyen du lait, devra s'appeler " margarine „. Les débits de cette denrée porteront l'inscription : " Vente de margarine „. Le mot " margarine „ se trouvera inscrit sur les récipients contenant cette denrée, avec le nom ou la raison sociale du fabricant, et, sur l'enveloppe dans laquelle cette denrée est vendue en détail, avec le nom ou la raison sociale du vendeur. Lors des expéditions, les factures, lettres de voiture, etc., devront spécifier que la marchandise est vendue comme margarine. Si cette denrée est exposée en vente sous forme de gâteaux ou pains, ceux-ci seront cubiques et porteront une empreinte ou une enveloppe avec le mot " margarine „ et le nom ou la raison sociale du fabricant.

En parcourant la législation étrangère, on voit que, parmi les denrées dont le commerce se trouve déjà réglementé dans d'autres pays, figurent les vins, la bière, le cidre, les sirops, les liqueurs et les sucreries colorées, les boissons spiritueuses, le vinaigre, la farine et le pain, le lait, le beurre, les fromages, le miel, les viandes.

J.-B. André.

V

Lever des plans et nivellement (1), par Ch.-Léon Durand-Claye, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et André Pelletan et Charles Lallemand, ingénieurs au Corps des mines; 1 vol. in-8° de 703 pages. Paris, Baudry et Cie; même maison à Liège; 1889.

L'*Encyclopédie des travaux publics,* sous l'habile et persévérante direction de M. l'inspecteur général Lechalas, son fondateur, a brillamment répondu aux espérances que nous faisions entrevoir, ici même, il y a quelques années (2). C'est en 1884 que paraissait le premier volume de la collection, et, en moins de cinq ans, plus de vingt-cinq volumes ont vu le jour. Cet heureux résultat est dû, pour la plus grande part, à la verte activité de M. Lechalas, qui possède le secret de ne jamais laisser s'endormir le zèle de ses collaborateurs.

Nous nous sommes efforcé de faire connaître, avec le plus de détails possible, dans cette Revue, tous les volumes de l'*Encyclopédie* qui, par leur objet, se rattachent à son cadre, c'est-à-dire qui présentent un côté scientifique; mais afin de donner un tableau complet de la précieuse collection mise par M. Lechalas à la disposition des ingénieurs, nous tenons à signaler les volumes, d'un caractère différent, qui en font encore partie. Tels sont : *Notices biographiques sur les ingénieurs des ponts et chaussées depuis la création du corps, en* 1716, *jusqu'à nos jours,* par M. l'inspecteur général Tarbé de Saint-Hardouin, où l'on trouve d'intéressants renseignements historiques sur les hommes qui ont, en France, depuis le commencement du siècle dernier, attaché leur nom à l'exécution des grands travaux publics; *Législa-*

(1) Ouvrage faisant partie de l'*Encyclopédie des travaux publics.*
(2) Voir la livraison de janvier 1886 de la *Revue,* p. 214.

tion des mines, française et étrangère, par M. Aguillon, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École nationale supérieure des mines, traité en trois volumes (les deux premiers consacrés à la législation française, le troisième à la législation étrangère), le plus complet, sans doute, qui ait été écrit sur la matière; *Manuel de droit administratif,* par M. G. Lechalas, ingénieur des ponts et chaussées, ouvrage qui, malgré son titre modeste, épuise, avec tous les détails qu'elles comportent, les questions de droit qui intéressent les travaux publics, et où, par une innovation heureuse, sont donnés *in extenso* tous les textes législatifs et réglementaires qui s'y trouvent commentés. Ajoutons que l'auteur de cet ouvrage est le propre fils du fondateur de l'*Encyclopédie,* et qu'il s'est honorablement fait connaître, en dehors de ses travaux d'ingénieur, par des publications philosophiques fort distinguées.

Cela dit, nous allons passer à l'examen du nouveau volume désigné dans le titre de cet article.

Bien que les noms de trois auteurs se trouvent réunis sur la couverture de cet ouvrage, leur collaboration ne s'est point fondue pour produire celui-ci. Ce sont à la vérité trois traités distincts, écrits respectivement par chacun de ces auteurs, qui ont été rapprochés dans le même volume.

Le premier, intitulé *Opérations sur le terrain,* est dû à M. l'ingénieur en chef Léon Durand-Claye. C'est le développement des leçons que l'auteur professe sur ce sujet à l'École des ponts et chaussées. M. Durand-Claye signale en débutant la différence essentielle qui sépare la topographie, dont les opérations ne s'appliquent qu'à des superficies restreintes, de la géodésie, dont les opérations s'étendent à une portion notable de la terre. Pour sa part, l'auteur reste cantonné sur le terrain de la topographie, qui présente pour les ingénieurs un intérêt presque journalier.

Dans une courte Introduction, M. Durand-Claye indique succinctement le plan de son ouvrage et fait le rappel de quelques notions de physique, utiles pour la pleine intelligence de la théorie des instruments qui servent en topographie.

L'auteur a divisé son travail en quatre chapitres; les trois premiers ont trait à la description détaillée des instruments et à l'exposé des méthodes ; ils ont pour titres : *Lever des plans, — Nivellement, — Opérations mixtes.*

A vrai dire, la matière qui s'y trouve traitée est un peu trop

aride pour que nous songions à en présenter ici l'examen détaillé. Qu'il nous suffise de dire que tous les instruments usités dans la pratique sont successivement passés en revue par M. Durand-Claye, qui ne néglige aucune indication à leur égard, fait connaître par le menu la façon dont s'opère leur réglage, les précautions à prendre dans leur emploi, les vérifications auxquelles ils donnent lieu. Les renseignements fournis sur les niveaux, en particulier, sont très complets. Nous ne craignons pas d'avancer que l'exposé de M. Durand-Claye contient tout ce qui est nécessaire, en fait de connaissances, pour faire un bon opérateur ; pour ce qui est de l'habileté, la pratique seule peut la donner ; cela ne s'apprend pas dans les livres.

Le dernier chapitre du travail de M. Durand-Claye est intitulé : *Applications*. Il expose la mise en œuvre des procédés opératoires précédemment décrits, en vue des besoins des ingénieurs. Ces besoins visent l'étude du sol sur lequel doit être créé un ouvrage quelconque, la préparation des projets et l'exécution des travaux.

On ne saurait assurément apporter en un tel sujet plus de conscience et de soin que n'en a mis M. Durand-Claye, dont l'œuvre rendra de grands services à tous ceux qui ont à s'occuper de topographie.

La deuxième partie du volume, due, comme nous l'avons dit, à M. l'ingénieur des mines Pelletan, traite des *Opérations souterraines*.

Ce qui distingue essentiellement la topographie souterraine de la topographie ordinaire, c'est, d'une part, qu'on ne peut atteindre les points à relever que successivement, par voie de cheminement, de l'autre, qu'il ne s'agit plus de déterminer des figures planes (car en topographie ordinaire on ne considère que les projections des points à relever sur un plan horizontal), mais des figures gauches, attendu qu'il n'est pas possible de réduire à deux dimensions la détermination d'une configuration souterraine, dont le réseau s'étend en profondeur aussi bien qu'en surface.

Deux méthodes sont en usage pour procéder à de telles opérations : “ la première consiste à tendre de proche en proche un cordeau dont les divers brins constitueront une ligne brisée, et à déterminer l'orientation et l'inclinaison de chacun de ses côtés. „ On y parvient d'ailleurs au moyen de la boussole suspendue et de l'éclimètre. La seconde méthode consiste à “ figurer

les sommets du polygone à relever par des signaux, mires ou jalons, et mesurer au moyen d'appareils optiques les azimuts et angles zénithaux des alignements successifs. „

A chacune de ces méthodes, M. Pelletan consacre un chapitre développé où il l'expose aussi complètement que possible, et en ayant soin d'indiquer la façon dont les résultats doivent être reportés sur le plan.

En ce qui concerne le lever au moyen d'appareils optiques, l'auteur traite séparément du lever au théodolite de mines et du lever à la boussole d'arpenteur, auxquels correspondent deux subdivisions du chapitre.

Un troisième chapitre est réservé à diverses opérations du même ordre, qui intéressent également les ingénieurs des mines; tels sont le tracé de la méridienne, indispensable pour l'orientation des plans, et que M. Pelletan recommande de déterminer par l'observation de la polaire, vers le moment de sa plus grande digression; puis l'orientation même des plans souterrains, enfin le chainage des puits.

Comme annexe à son travail, M. Pelletan a rédigé une courte note sur la précision des instruments, qui est un résumé très simple de la question.

La troisième partie : *Nivellement de haute précision*, est l'œuvre de M. Ch. Lallemand, ingénieur au Corps des mines et secrétaire du Comité du nivellement général de la France.

Le sujet qui s'y trouve traité est peut-être, pour les ingénieurs, d'une utilité moins immédiate que ceux des deux premières parties, mais il porte incontestablement en soi une bien plus haute part d'intérêt, une importance scientifique beaucoup plus considérable. Aussi nous y étendrons-nous davantage. Cette troisième partie équivaut d'ailleurs à peu près, comme étendue, aux deux premières réunies ensemble. M. Lallemand y a, en outre, semé nombre d'idées originales qui méritent un examen attentif.

Le nivellement de précision, qui embrasse de vastes étendues de territoire, présente, avons-nous dit, pour les ingénieurs une utilité moins immédiate que le nivellement ordinaire. Tous, en effet, n'auront point à se livrer aux opérations du premier, quand ils devront, au contraire, sans exception, recourir au second. Mais ce n'est pas à dire que le sujet leur soit indifférent. C'est aux repères fournis par le premier qu'ils rattacheront les opérations du second, et il y a intérêt pour eux à savoir comment ceux-

là ont été établis. Le nivellement de haute précision fournit en outre à l'étude des mouvements généraux de l'écorce terrestre des enseignements qui ont pour les ingénieurs le plus haut prix. Il permet aussi de déterminer les dénivellations respectives des différentes mers, de suivre, le long d'un littoral, les variations locales du niveau de la mer, etc....

On sait d'ailleurs que l'Europe, suivant le vœu émis en 1864 par l'Association géodésique internationale, est en train de se couvrir d'un réseau de nivellements de haute précision, et que la France, en particulier, déjà dotée par Boudalouë d'un réseau de 15 000 kilomètres, est en voie d'en posséder un second de 12 000 kilomètres, d'une précision deux ou trois fois plus grande que le précédent. C'est justement M. Lallemand qui dirige, et avec une remarquable habileté, les opérations de celui-ci.

Dans l'ouvrage qu'il nous offre aujourd'hui, M. Lallemand a coordonné toutes les notions qui se rattachent aux nivellements de haute précision et est entré, à leur sujet, dans les développements dont nous allons essayer de donner une idée générale.

Un premier chapitre est simplement intitulé: *Théorie.* L'auteur commence par signaler l'anomalie fondamentale qui se trouve au seuil de la théorie admise pour le nivellement ordinaire, à savoir l'hypothèse du parallélisme des surfaces de niveau, qui est en contradiction flagrante avec cette propriété de la pesanteur rigoureusement démontrée : *Entre deux points situés sur le globe terrestre, le travail de la pesanteur est indépendant du chemin suivi pour aller de l'un à l'autre de ces points.*

Le défaut de parallélisme des surfaces de niveau, qui est sans inconvénient lorsqu'on se borne à des opérations locales de nivellement, prend une importance capitale lorsqu'il s'agit de vastes territoires d'un bout à l'autre desquels l'accélération de la pesanteur varie sensiblement.

Force a donc été de modifier la théorie ancienne ; on a proposé de le faire de deux manières. Étant donnée l'impossibilité d'utiliser des surfaces auxiliaires qui soient à la fois *parallèles* et *de niveau,* on a eu successivement l'idée d'abandonner l'une ou l'autre de ces conditions. Sans s'attacher à la considération du niveau, on a pensé à avoir recours à des surfaces fictives parallèles à la surface moyenne des mers (ou plutôt à une surface de niveau zéro aussi proche que possible de cette surface moyenne); ainsi a été créée la théorie dite *orthométrique,* dont le principe a été indiqué pour la première fois par M. Wittstein (*Astronomische Nachrichten,* 1873, n° 1939). On s'est résigné d'autre part à sacri-

fier le bénéfice de l'équidistance géométrique, pour ne baser la théorie que sur la propriété fondamentale de l'*équidistance dynamique* des surfaces de niveau ; de là est née la théorie dite *dynamique*, dont M. Helmert a, le premier, énoncé nettement les principes, dans le même numéro des *Astronomische Nachrichten*.

Ces deux théories sont exposées l'une et l'autre avec beaucoup de soin par M. Lallemand, qui indique la façon de corriger les résultats fournis par les opérations du nivellement pour obtenir, soit les altitudes orthométriques, soit les différences de niveau dynamiques. Ces corrections se présentent sous forme d'intégrales qui peuvent s'obtenir graphiquement, comme le montre M. Lallemand, avec application, pour l'un et l'autre cas, à un exemple intéressant emprunté au nivellement général de la France.

L'auteur fait également connaître un abaque donnant la correction dynamique pour une différence donnée de niveau. Cet abaque appartient à la famille de ceux que M. Lallemand a nommés hexagonaux et dont il est l'inventeur. Ces abaques, dont l'emploi est des plus simples, et qui reposent sur un principe des plus ingénieux, sont appelés à rendre les plus grands services à tous les calculateurs. M. Lallemand, qui a traduit en abaques de cette espèce toutes les formules qui concernent les calculs de nivellement, a eu l'heureuse idée d'en faire l'application aux formules qui, dans toutes les branches de la science appliquée (calculs de banque, de résistance des matériaux, de balistique, de navigation, etc...) sont de l'usage le plus courant. L'économie de temps qui résulte de l'emploi de ces abaques est vraiment extraordinaire, et sera hautement appréciée par tous les hommes techniques. M. Lallemand n'a pas jusqu'ici condensé en une publication spéciale le résultat de ses travaux dans cet ordre d'idées, mais nous espérons qu'il ne fera pas longtemps attendre cette publication, dont nous avons eu l'heureuse chance d'avoir sous les yeux les premiers éléments, et à laquelle nous prédisons un vif succès. Le volume que nous analysons aujourd'hui renferme, en dehors de celui que nous venons de citer, plusieurs exemples remarquables de tels abaques ; ces exemples sont bien de nature à faire saisir l'utilité de ces précieux instruments de calcul.

M. Lallemand fait une comparaison critique entre les deux théories, orthométrique et dynamique, et penche en faveur de la seconde, " qui répond le mieux aux besoins de la pratique, puisque le travail de la gravité constitue, en fait, la véritable

donnée utile à connaître, qu'il s'agisse de construire un chemin de fer, une route, un canal, ou d'alimenter d'eau une ville ou une usine. „

Le reproche qu'on peut adresser à la théorie dynamique tient au manque de précision de la détermination de la constante g de la pesanteur en un point donné. On en est encore réduit à l'emploi de la formule de Clairaut-Bouguer, sur laquelle pèse quelque incertitude. Mais le jour semble proche où on sera en possession d'un instrument permettant la mesure rapide et suffisamment exacte de la constante g en un point quelconque de la surface terrestre.

Analysant les effets du défaut de sphéricité des surfaces de niveau, l'auteur en arrive à cette conclusion, qu'ils peuvent être considérés comme négligeables. Il n'en va pas de même de ceux de la réfraction terrestre, beaucoup plus sensibles encore qu'on ne serait tenté de l'imaginer *à priori*, puisque M. le colonel Goulier a mis en évidence des erreurs de réfraction atteignant *plusieurs millimètres* sur des portées d'environ 100 mètres.

Après avoir établi la formule qui fait connaître la correction relative à la réfraction, M. Lallemand en fait une discussion approfondie, examinant successivement, avec le plus grand soin, l'influence de chacune des variables qui y figurent. L'auteur donne également une remarquable traduction de cette formule en abaque hexagonal. Cette question de la réfraction terrestre, en tant qu'elle intéresse la théorie du nivellement, nous semble avoir été véritablement épuisée par l'exposé de M. Lallemand.

Le deuxième chapitre est relatif aux *instruments*, le *niveau* et la *mire*. Se référant aux indications données dans la première partie du volume, l'auteur se borne à donner certains renseignements complémentaires et à décrire les types de niveau et de mire adoptés, après de longues expériences, pour le nivellement général de la France. La plupart des améliorations que réalisent ces instruments sont dues, comme le déclare l'auteur, à M. le colonel Goulier, si hautement compétent en ces matières. Il n'est pas sans intérêt, pensons-nous, pour quelques-uns de nos lecteurs, d'en signaler les principales.

Et tout d'abord, parlons du niveau. Le niveau employé pour le nivellement général est à fiole indépendante et à prismes. On sait qu'il y a intérêt, au point de vue théorique, à ce que le rayon de courbure de la fiole soit le plus grand possible, et le grossissement de la lunette le plus fort ; mais lorsque ce rayon de courbure dépasse une certaine limite, le calage de l'instrument

devient pénible et incertain par suite de la trop grande instabilité de la bulle ; d'autre part, le poids de l'instrument croît sensiblement comme le cube de la puissance de la lunette. On se trouve donc, en pratique, arrêté dans la réalisation de ces deux *desiderata* théoriques. Voici, pour le niveau qui nous occupe, les données caractéristiques :

Rayon de courbure de la fiole	50 mètres
Grossissement de la lunette	25 fois.
Ouverture efficace de l'objectif	36 millimètres.
Distance focale	36 centimètres.
Poids total de l'instrument (niveau et pied). .	12 kilogrammes.

Les perfectionnements essentiels réalisés par ce niveau ont trait au *support,* à la *lunette,* et à la *nivelle* (1).

Le *support* est muni d'un *plateau* mobile pouvant se déplacer à frottement gras sur une calotte sphérique contre laquelle il est pressé par l'effet d'un ressort à boudin logé dans la *pompe.*

Ce dispositif a l'avantage de permettre de donner à l'instrument toute la stabilité désirable par l'enfoncement *à refus* des pointes des jambes dans le sol. Il supprime, en outre, la nécessité de se servir des vis calantes du trépied métallique, pour rendre approximativement vertical le pivot du niveau, et procure ainsi une économie de temps.

Certains supports sont même pourvus d'une nivelle sphérique, surmontée d'un prisme à réflexion totale qui renvoie l'image de la bulle à l'œil de l'observateur placé près de l'oculaire de la lunette. Cette nivelle, réglée une fois pour toutes, permet d'assurer rapidement la verticalité de la colonne de l'instrument.

La *lunette* est munie d'un *oculaire négatif* qui permet d'obtenir exactement le *coefficient stadimétrique* voulu par la simple variation de l'écartement du *verre de champ* par rapport au *réticule.* Celui-ci, d'ailleurs, au lieu d'être constitué par des fils d'araignée, sujets à se détendre ou à se rompre, l'est par des traits gravés sur verre et soigneusement mis à l'abri de la poussière. En outre, un ingénieux dispositif permet à deux observateurs, se remplaçant alternativement à l'oculaire de la lunette pendant une série d'opérations, de retrouver immédiatement chacun leur *point* respectif.

(1) M. le colonel Goulier a donné ce nom à l'ensemble — vulgairement désigné sous le nom de *niveau à bulle d'air* — composé de la fiole et de sa monture, que celle-ci soit ou no fixée à l'instrument *(Note de M. Lallemand.)*

Quant à la *nivelle,* ses perfectionnements portent sur les deux points suivants : 1° elle a reçu un dispositif propre à assurer le retournement simultané de la lunette et de la nivelle, qui a pour but de compenser les erreurs de centrage de la lunette et de réglage de la fiole; 2° elle est complétée par un système de prismes à réflexion totale, permettant à l'opérateur de contrôler lui-même l'invariabilité de position de la bulle pendant qu'il fait ses lectures, en élevant seulement un peu l'œil au-dessus de l'oculaire. Ce système de prismes, très préférable au miroir long et étroit qu'on retrouve dans plusieurs instruments construits à l'étranger (car ce miroir peut donner lieu à des erreurs si son inclinaison n'est pas bien réglée), a été imaginé par MM. Lallemand et Klein. Les images des deux extrémités de la bulle sont amenées séparément à l'œil de l'observateur; comme elles sont inégalement distantes de celui-ci, elles paraîtraient avoir des dimensions différentes (ce qui pourrait entraîner des erreurs), si certaines faces des prismes n'avaient reçu des courbures convenablement calculées pour supprimer cet effet. Ce calcul, très intéressant, est développé tout au long par l'auteur.

M. Lallemand passe ensuite à la *mire.* Celle qui a été adoptée pour les opérations du Nivellement général de la France est due au colonel Goulier, dont le nom revient à chaque instant en de telles matières. Elle est munie d'un système de compensation qui fait connaître à chaque instant les variations de longueur de la mire et qui est fondé sur le principe du thermomètre bi-métallique de Borda.

On ne saurait imaginer de prime abord toutes les considérations qui interviennent dans l'établissement d'une bonne mire. Le livre de M. Lallemand nous les fait minutieusement connaître, et le soin avec lequel il s'y attache n'est assurément pas superflu. Sans une bonne mire, toutes les précautions prises par ailleurs pour la réussite des opérations deviennent illusoires. L'auteur ne craint pas d'insister sur les raisons qui militent pour que la mire ait telles dimensions, d'indiquer le choix du bois qui se prête le mieux à sa construction et la façon dont il doit être mis en œuvre ; il décrit très en détail le système de compensation, explique la manière dont doit être faite la division, sans oublier ce qui concerne son impression, s'étend enfin, avec amples détails, sur la question très délicate de l'étalonnage. Le colonel Goulier a encore, pour cette opération, imaginé des appareils qui réalisent presque la perfection. N'oublions pas les très ingénieux abaques dressés par M. Lallemand lui-même pour donner à vue la correction des erreurs de division des mires.

Le chapitre suivant est consacré aux *Opérations sur le terrain.* Après avoir rapidement indiqué le programme de ces opérations et le personnel qui y est nécessaire, donné la façon de sceller et de reconnaître les repères, l'auteur arrive au nivellement proprement dit. Il énonce, sous forme de sortes de théorèmes, tous les principes de la méthode de nivellement (au nombre de quatorze), les faisant suivre de toutes les explications nécessaires ; puis il trace, suivant sa propre expression, " la monographie d'une nivelée ", de telle sorte qu'un novice pourrait, en suivant pas à pas cet exposé, venir à bout de cette délicate opération. Mais ce qu'il y a de particulièrement original, en cet endroit du livre de M. Lallemand, c'est que, mettant à profit sa haute expérience pratique, l'auteur, après avoir relevé les diverses fautes ou erreurs à craindre dans le nivellement (il en compte vingt-cinq), les a réunies en un tableau synoptique, d'une admirable clarté, avec les précautions à prendre pour les éviter ou les atténuer. Ce tableau, sorte de catéchisme des opérateurs (car ils devraient le savoir par cœur), est, croyons-nous, absolument complet. Afin d'en donner une idée au lecteur, nous en détacherons ici un article, avec les titres des différentes colonnes :

FAUTES OU ERREURS			PRÉCAUTIONS A PRENDRE POUR les éviter ou les atténuer
Leurs causes	LEUR NATURE	Leur grandeur possible	
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
XII Mauvaise mise au point du réticule.	Erreur d'estime par suite d'une parallaxe tenant à ce que l'image de la mire ne se trouve pas exactement dans le plan des fils.	0 à 3 mm.	Vérifier, en élevant et abaissant l'œil devant l'oculaire, l'absence de déplacements relatifs des fils sur l'image de la mire. S'il n'en est pas ainsi, modifier le tirage du coulant porte-réticule jusqu'à ce que cette parallaxe ait disparu. Si alors l'image de la mire n'est plus nette, agir sur le moleté de l'oculaire jusqu'à ce qu'elle soit vue, ainsi que les fils, *nettement et sans fatigue pour l'œil.*
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

Ces diverses erreurs sont d'ailleurs réparties en quatre groupes dont voici l'énumération :

1° *Erreurs tenant à la mire.*
2° *Erreurs tenant au niveau.*
3° *Erreurs tenant aux opérateurs.*
4° *Erreurs tenant à l'état du sol et aux circonstances atmosphériques.*

M. Lallemand peut assurément se flatter de n'en avoir omis aucune; il a, en effet, poussé la conscience jusqu'à étudier l'influence des poussières qui peuvent s'interposer entre les jambes de la nivelle et les anneaux de la lunette; ce simple détail suffit à prouver combien son examen a été attentif.

Le quatrième chapitre est intitulé : *Contrôle et Calculs. Compensation et publication des résultats.* Il traite de la façon dont ces diverses opérations sont effectuées au service du Nivellement général de la France, qui fait autorité en ces matières.

En premier lieu, l'auteur décrit le *Journal graphique*, sur lequel sont enregistrés tous les éléments du travail journalier et divers diagrammes statistiques. Il fait voir ensuite comment on peut effectuer la mesure de la précision du nivellement en se basant sur la répétition des mêmes opérations en sens inverse; l'analyse qu'il fait de la question, basée sur les principes du calcul des probabilités, est des plus délicates; il la pousse aussi à fond que possible et en fait ressortir des règles pratiques complétées par l'emploi de divers diagrammes. M. Lallemand développe ensuite la méthode de calcul des altitudes des repères, et expose la théorie de la compensation d'un réseau de nivellement, qui consiste à faire disparaître les écarts calculés en les répartissant d'une manière rationnelle entre les diverses sections du réseau. Il indique enfin la forme sous laquelle il convient de publier les résultats et la façon dont peut se déterminer le prix de revient d'un nivellement de haute précision. Citons, à cet égard, un ingénieux abaque imaginé par l'auteur pour calculer la prime des porte-mires du Nivellement général.

Le cinquième et dernier chapitre a trait à la *Surface de comparaison des altitudes*, c'est-à-dire à la détermination du *niveau moyen de la mer.*

Ici, le sujet devient plus particulièrement scientifique ; les développements mathématiques y prennent une grande importance. Ajoutons que ceux-ci sont fort intéressants, indépendam-

ment même des conclusions pratiques très remarquables auxquelles ils aboutissent.

M. Lallemand commence par le rappel de quelques notions indispensables sur les *mouvements de la mer*. Ceux-ci comprennent tout d'abord les mouvements oscillatoires généraux désignés sous les noms d'*onde semi-diurne*, provenant de la superposition d'une *onde solaire* et d'une *onde lunaire; onde semi-mensuelle*, due aux variations de la déclinaison lunaire; *onde semi-annuelle*, tenant aux changements de latitude du soleil. A ces divers mouvements oscillatoires il conviendrait encore d'ajouter celui, à période beaucoup plus étendue, qui résulte des variations lentes des éléments des orbites lunaire et terrestre; mais les effets de celui-ci ne sont sensibles que pour de longs intervalles de temps.

Indépendamment de ces mouvements, d'origine céleste, il faut tenir compte de ceux qui sont produits par l'action du vent ou par l'influence directe de la pression atmosphérique, par les courants généraux de l'atmosphère et par les différences de température et de salure de l'eau entre les diverses régions du globe, qui créent les courants marins, enfin par les résistances perturbatrices provenant de la configuration même des côtes.

Le niveau de la mer, soumis à ces influences complexes, est donc perpétuellement variable. Mais on ne considère que sa position moyenne ainsi définie : *Le niveau moyen de la mer, pour une période et en un point donnés, est le niveau correspondant à la moyenne des hauteurs de l'eau par rapport à un point fixe, relevées en chacun des instants de la période considérée.* Lorsqu'on ne tient pas compte des mouvements lents du sol, on arrive, au bout de quelques années d'observation, à avoir une cote assez stable du niveau moyen.

La considération de ce niveau moyen a une importance capitale pour la Géodésie; elle permet de connaître les hauteurs relatives des différentes mers; elle met en évidence les mouvements relatifs du sol et des eaux dans la suite des années; elle donne le moyen de fixer la *surface de comparaison* à laquelle devront être rapportées toutes les opérations géodésiques et qui fournira la véritable expression de la *figure moyenne de la terre.*

Pour déterminer cette surface moyenne, M. Lallemand propose, *quand on aura trouvé un poste d'une stabilité géologique satisfaisante,* " de définir la *surface de niveau zéro* par rapport à un point relativement fixe — dit *Repère fondamental* — choisi dans le poste en question, et placé sous le sol, à une profondeur

suffisante pour le soustraire à l'influence des dilatations ou contractions provoquées dans les couches superficielles du terrain par les variations de la température ou de l'humidité.

" La surface de comparaison ainsi définie présentera le *maximum pratiquement réalisable de fixité...* "

L'auteur décrit succinctement les procédés employés jusqu'ici pour la détermination du niveau moyen de la mer : échelle de port; marégraphe simple (employé pour la première fois vers 1840 par l'ingénieur français Chazallon); marégraphe totalisateur de Reitz. Puis il arrive au très ingénieux appareil qu'il a lui-même imaginé pour effectuer cette détermination et auquel il a donné le nom de *médimarémètre*.

Cet appareil est basé sur le principe de l'*amortissement des ondes* qui peut s'énoncer ainsi : Si un tube vertical étanche, fermé à sa partie inférieure par une cloison poreuse, est plongé dans une nappe d'eau dont la surface est animée d'un mouvement vertical périodique, les oscillations du liquide se reproduisent à l'intérieur du tube avec la même période et le *même niveau moyen* qu'à l'extérieur, mais avec une *amplitude réduite* et un *retard dans la phase*.

Cette réduction et ce retard sont d'autant plus marqués : 1° que la cloison est moins poreuse, ou sa surface plus petite comparée à la section libre du tube, 2° que l'oscillation extérieure est plus rapide.

D'ailleurs, si le mouvement du liquide est composé, la cloison agit sur chacune des ondes composantes comme si elle était seule.

On peut, en disposant convenablement de la cloison poreuse, faire en sorte que les oscillations rapides (comme celles de la houle) soient presque totalement arrêtées alors que les oscillations lentes se transmettent sans réduction sensible ; mais — et c'est là le point essentiel — *le niveau moyen reste le même.*

En outre, si la porosité de la cloison diminue progressivement, l'amplitude de l'oscillation intérieure va se réduisant de plus en plus, les phases sont de plus en plus retardées, mais le niveau moyen reste toujours celui de l'onde extérieure.

Ces propriétés des cloisons poreuses ont été très heureusement mises à profit par M. Lallemand dans son *médimarémètre*, muni d'ailleurs d'une foule de dispositifs fort ingénieux destinés à en rendre l'emploi aussi commode et aussi précis que possible.

Le premier médimarémètre a fonctionné dans le port de Marseille ; on en a depuis installé d'autres sur divers points de la

côte française ; ils ont tous donné les résultats les plus satisfaisants.

L'auteur développe avec beaucoup d'élégance et de soin la théorie mathématique du médimarémètre, après en avoir fait une description des plus détaillées.

Son travail se termine par le calcul du niveau moyen d'une nappe liquide oscillante, avec appréciation de l'erreur à craindre sur la cote du niveau moyen déduite au bout d'un certain temps de l'enregistrement des variations de niveau de la nappe. L'auteur donne une solution très complète du problème, quand le *mouvement oscillatoire* est supposé d'abord *simple* ou *composé*, puis successivement *amorti* ou *évanouissant*. Il trouve que dans ce dernier cas (celui du médimarémètre) l'erreur à craindre, au bout de 10 ans, ne dépasse pas $2^{mm},3$.

Tel est, en ses grandes lignes, le livre de M. Lallemand. Il vient prendre dans la littérature scientifique française une place que nul autre, croyons-nous, n'avait occupée avant lui. On a pu d'ailleurs juger par ce qui précède de la large part de contribution personnelle qu'y a apportée l'auteur, dont l'esprit aussi net qu'ingénieux a su admirablement coordonner des matières jusqu'ici un peu éparses, en y mêlant avec art le fruit de ses propres travaux qui sont considérables.

C'est une heureuse chance pour l'*Encyclopédie des travaux publics* d'avoir pu joindre aux traités si substantiels et si utiles de MM. Durand-Claye et Pelletan l'œuvre, si remarquable à tous points de vue, de M. Lallemand.

M. d'Ocagne.

VI

La traite des Nègres et la croisade africaine, choix raisonné de documents relatifs à la question de l'esclavage africain. Ouvrage de vulgarisation, enrichi de cartes et de gravures ; par Alexis M.-G. 1re édition, spéciale pour la Belgique (1). — Liége, H. Dessain, 1889. 1 vol. in-8°, 240 pp.

La barbarie africaine et l'action civilisatrice des missions catholiques au Congo et dans l'Afrique équatoriale. Ouvrage

(1) Il y a une édition spéciale pour la France.

illustré de vulgarisation, par ALEXIS M.-G. 1re édition, spéciale pour la Belgique (1). — Liége, H. Dessain, 1889. — 1 vol. in-8°, 208 pp.

Après avoir cultivé avec tant de succès la géographie scientifique et classique, le frère Alexis a mis la main à des œuvres de vulgarisation. Ici encore il a complètement réussi. C'est ce qu'attestent deux éditions de son *Congo belge* (2) *illustré,* dont il a été rendu compte dans une précédente livraison (3); c'est ce que confirment les deux nouvelles publications relatives à l'Afrique que nous nous proposons d'analyser.

La *Traite des Nègres* nous semble le développement d'un chapitre du *Congo belge illustré.* L'auteur y décrit les horreurs de l'esclavage africain, en indiquant les moyens d'y porter remède; et pour qu'on ne puisse pas révoquer en doute ses assertions, il étale sous nos yeux une série de documents authentiques de la plus haute valeur, qu'il entrecoupe de précieuses données sur la géographie et l'histoire africaines (chap. v et vi).

Nous trouvons d'abord (chap. i) la lettre encyclique *In plurimis,* adressée par le pape Léon XIII aux évêques du Brésil. On sait que cet empire profita de la célébration du cinquantenaire sacerdotal du Souverain-Pontife pour émanciper un grand nombre d'esclaves. Dans sa lettre, le Pape prêche l'abolition de l'esclavage, et signale particulièrement la traite des noirs en Afrique (pp. 9-29).

Un homme providentiel, S. E. le cardinal Lavigerie, archevêque de Carthage et d'Alger, s'est présenté pour seconder le chef de la chrétienté dans la croisade entreprise contre l'esclavage. Afin de préparer les esprits à des actes d'énergie qui s'imposeront, le courageux vieillard parla successivement d'abord à Paris, puis le 31 juillet 1888 à Londres, et le 15 août suivant à Bruxelles. Dans ces trois conférences, les deux premières résumées (pp. 38-43, et 43-48), la dernière reproduite en son entier (pp. 49-76) dans l'ouvrage du frère Alexis, le cardinal dépeignit les horreurs de l'esclavagisme et indiqua les remèdes propres à sa destruction : interdiction du port des armes à feu aux trois ou quatre cents Arabes et métis, qui seuls dirigent en Afrique la chasse à l'esclave; bannissement immé-

(1) Voir la note de la page précédente.
(2) L'expression n'est pas exacte.
(3) *Revue des quest. scient.*, avril 1888, pp. 597-601.

diat des chasseurs d'hommes qui refuseraient de se soumettre; création, pour l'exécution de ces sages mesures, d'une petite armée de volontaires : cent hommes seulement pour le Haut-Congo.

L'auteur ne veut point se borner au témoignage du " Pierre l'Ermite „ contemporain; il nous donne aussi celui, non moins probant, de quelques grands explorateurs et de plusieurs missionnaires français.

Mais, pour qu'on puisse mieux se représenter la scène où se déroule la tragédie esclavagiste, deux cartes de l'Afrique sont ici insérées, accompagnées de diverses notions géographiques relatives à la physionomie du continent : climat, orographie, hydrographie (pp. 77-84), de la liste des principales explorations au XIXe siècle (pp. 84-87), et de données succinctes sur le partage politique de l'Afrique (pp. 87-89). Des hachures indiquent sur les cartes les régions particulièrement dévastées par la chasse à l'homme.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que la traite des nègres se pratique en Afrique (1). Du XVIe au XIXe siècle, les trafiquants européens transportèrent en Amérique et aux Indes, pour travailler aux plantations de cannes à sucre, de riz, de café et de coton, 40 millions de noirs, dont les deux tiers moururent en mer. Cela s'appelait la traite coloniale. En 1815 et en 1822, l'entente se fit entre les grandes puissances pour son abolition : mais la traite clandestine continua ses ravages : on sait les horreurs qu'évoquent les négriers et leur cargaison d'ébène. Aujourd'hui il n'y a plus guère que l'Asie et l'Afrique qui souffrent de la traite des esclaves.

Les peintures qui en ont été faites et qu'en font encore les voyageurs sont affreuses. C'est partout la même note navrée, qu'il s'agisse du témoignage de David Livingstone (pp. 101-123 : extraits de l'*Exploration du Zambèze et de ses affluents,* et de son *Dernier journal)*, de Cameron (pp. 124-132 : extraits de son *Voyage à travers l'Afrique* et copie d'une *Lettre au cardinal Lavigerie)*, de Stanley (pp. 133-148 : extraits de *Cinq années au Congo),* ou des missionnaires français (pp. 149-166).

Et ce n'est point seulement, comme le proclament ces témoins, dans les régions australes, orientales et centrales du continent noir que sévit la traite. L'Afrique du nord ou méditerranéenne

(1) On trouvera d'excellents renseignements sur l'historique de la traite des nègres dans un travail publié par M. Delgeur dans le *Bull. de la Société royale de géogr. d'Anvers,* t. I, 1887, pp. 80 et suiv.

est aussi rongée par l'esclavage, pas seulement par l'esclavage domestique, qui est assez doux, mais par l'épouvantable traite des noirs. On en a la preuve dans le Livre Bleu, " *Blue Book* „, que le cabinet de Saint-James distribue annuellement au Parlement, et où sont reproduits, dans leur intégrité, les rapports des fonctionnaires anglais relatifs à l'esclavage. Tout ce chapitre (pp. 170-183) est emprunté au *Bulletin de la Société antiesclavagiste de France* (1).

Pour porter un prompt remède à ces atrocités, il faudra l'action combinée des gouvernements européens, et surtout des puissances implantées en Afrique ; les bienfaits des missions chrétiennes ; le dévouement des croisés volontaires. L'armement de cette petite troupe exigera de nombreuses ressources. C'est la raison d'être des comités antiesclavagistes qui, en peu de temps, ont envahi, pouvons-nous dire, toute l'Europe.

Il y en a en France, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche, en Italie, en Suisse, en Hollande et en Belgique. La société antiesclavagiste de Belgique fixe particulièrement l'attention de l'auteur (pp. 218-232) : il nous parle de son organisation, de ses statuts, de son manifeste, des comités de propagande, provinciaux et locaux, qui ont été formés successivement. Il existe des comités à Bruxelles, Liége, Gand, Anvers, Bruges, Tournai, Arlon; des sous-comités d'arrondissements à Alost, Audenaerde, Eecloo, Termonde, Saint-Nicolas, Virton, Bastogne, Marche, Neufchâteau, et des comités locaux ou cantonaux à Charleroi, Nivelles, Andenne, Fosses, Dinant, Gedinne et Rochefort.

La *Barbarie africaine* est le complément de la *Traite des Nègres*. Après nous avoir décrit les horreurs de l'esclavagisme, l'éminent géographe nous avait signalé les divers moyens à employer pour la suppression de la traite, et il analysait ce qui se fait pour l'application d'un de ces remèdes : formation d'une petite phalange de croisés volontaires. Dans la *Barbarie africaine*, il s'agit des bienfaisants effets du second remède : les missions chrétiennes, ou mieux les missions catholiques. Nous pouvons supposer qu'un nouveau travail à publier, après la prochaine conférence antiesclavagiste, nous entretiendra du troisième remède : l'action combinée des puissances coloniales. Ce dernier point n'est qu'effleuré par l'auteur.

Pour que son livre " se lie intimement à la question qui remue l'Europe actuellement „, le frère Alexis nous donne dès l'abord

(1) La Société antiesclavagiste de Belgique possède aussi son *Bulletin*.

un sommaire du mouvement esclavagiste, ainsi que le discours complet du cardinal Lavigerie à Londres. C'est l'amplification ou le résumé de certaines parties de la " Traite des Nègres „.

Le mahométisme, qui sévit sur les trois quarts du continent africain, est la cause principale de la lèpre esclavagiste. Plus de cent millions de noirs sont à la merci d'un million d'Arabes, soutenus par des métis, nègres arabisés.

Comment les puissances européennes vont-elles secourir les opprimés et contraindre les oppresseurs à cesser leur trafic inhumain? La solution du problème est difficile. Huit puissances, ayant des intérêts en Afrique, devront combiner leurs efforts : l'Espagne, l'Italie, mais surtout l'Angleterre, la France, le Portugal, la Turquie ou l'Égypte, et l'État indépendant du Congo.

Quelle sera l'action de ces États? Sur mer, les croiseurs feront la chasse aux *daous,* ou boutres arabes qui transportent les esclaves vers les pays musulmans asiatiques. Sur la côte, un blocus sévère sera exercé par les bâtiments européens dans la Méditerranée, dans la Mer Rouge et dans l'Océan Indien. Dans l'intérieur, on défendra aux Africains la vente des armes à feu; la mesure est déjà prise par l'État indépendant du Congo. De plus, chaque puissance devra exercer sur ses territoires une police à main armée, et permettre l'organisation de petits corps de volontaires. Cette organisation coûtera cher : un million pour cent hommes. C'est aux comités antiesclavagistes à réunir cette somme.

Après le résumé des faits qui ont accompagné la naissance de l'œuvre de rénovation africaine (pp. 5-20), et qu'on sait exposés dans la " Traite des Nègres „, et la reproduction intégrale du texte du discours prononcé à Londres par le cardinal Lavigerie (pp. 21-49), l'auteur entre au cœur de son sujet : l'établissement des missions catholiques dans l'Afrique équatoriale. Il laisse dans l'ombre les missions protestantes, écossaises, anglicanes et américaines, parce qu'il ignore trop les résultats de *christianisation* qu'elles ont obtenus.

Au commencement de ce siècle, l'Église catholique ne comptait en Afrique qu'un évêché, vacant, et 4 missions ou préfectures apostoliques : la préfecture apostolique de Tripoli et la mission de Tunis ; la préfecture apostolique du Sénégal ; la préfecture apostolique du Congo, créée en 1640 ; la prélature de Mozambique ; l'évêché d'Angola. Aujourd'hui on y compte : un archevêché (Carthage et Alger) ; 3 évêchés (Angola, Oran, Constantine) ; 12 préfectures apostoliques ; une prélature, et 19 vicariats apostoliques.

La partie de l'Afrique dont s'occupe particulièrement l'ouvrage que nous analysons, est le bassin du Congo et la région des Grands Lacs, prolongée jusqu'à la côte du Zanguebar ; elle s'étend entre 4° lat. N et 12° lat. S, et du golfe de Guinée à l'Océan Indien. C'est dans cette Afrique équatoriale, égale à la moitié de l'Europe, que travaillent trois congrégations religieuses : celle des Pères du Saint-Esprit, établie sur le littoral des deux Océans ; elle possède 27 stations ; celle des missionnaires d'Alger, dits les *Pères blancs*, fondée vers 1868 par Mgr Lavigerie ; ces Pères exercent leur apostolat dans la région des Grands Lacs où ils ont fondé 9 stations ; enfin celle des missions étrangères de Scheut-lez-Bruxelles, à qui est réservée l'évangélisation du Congo belge ; elle ne compte encore que 4 stations.

Le frère Alexis, qui synthétise dans le chap. III (pp. 50-64) tout ce qui est relatif à la distribution géographique des missions catholiques africaines, consacre les chap. IV, V, VI et VII à la fondation, aux succès et aux épreuves des missions du Zanguebar et de Bagamoyo (pp. 65-84) ; de l'Ouganda et du lac Victoria Nyanza (pp. 85-131) ; du Haut-Congo et du Tanganika (pp. 132-159) ; et des missions du Congo belge (pp. 160-185). Le volume se termine par une lettre intéressante écrite en 1885 par le R. P. Augouard : c'est le récit d'un voyage sur le Congo central, du Stanley-Pool à l'équateur.

Le frère Alexis nous permettra de signaler quelques petites incorrections. Le croquis du Congo belge, inséré dans la " Traite des Nègres ", est à rectifier. Les limites sud-est de l'État ne peuvent pas englober le lac Moero ; la désignation officielle est " État indépendant du Congo ", et non " État libre du Congo " ; enfin nous constatons l'absence d'échelle. La carte d'Afrique (p. 79) donne lieu aux mêmes remarques.

Ces légères imperfections ne diminuent en rien la valeur des deux nouvelles œuvres du frère Alexis. Ces ouvrages sont remplis de renseignements précis et de documents importants, qui devront être complétés, lors d'une nouvelle édition, par les récentes découvertes faites dans les régions du Congo (Delcommune, Stanley, etc.), et par les intéressantes lettres des PP. Denoit, Coulbois (1) (Tanganika), Gueluy (2) (Berghe-Sainte-Marie), etc.

F. Van Ortroy,
lieutenant de cavalerie.

(1) Voir *Bulletin des missions d'Afrique*, juin 1889.
(2) Voir *Missions en Chine et au Congo*, juin 1889.

VII

MATHÉMATIQUES ET MATHÉMATICIENS, pensées et curiosités recueillies par A. REBIÈRE. — Paris, Nony et Cie, 1889. — Un volume in-8° de 282 pages.

Le livre de M. Rebière est précédé d'une courte préface qui en indique bien l'objet. Cet ouvrage, dit-il, " sans figures et sans équations, peut être facilement parcouru par le lecteur. Nous espérons qu'il y trouvera quelque profit et quelque agrément. Dans la première partie, qui est la plus importante, nous réunissons divers aperçus sur les mathématiques, empruntés aux philosophes, aux historiens et surtout aux mathématiciens eux-mêmes. Dans les deux parties suivantes se trouvent les anecdotes, les paradoxes et les singularités; enfin les deux dernières parties contiennent un choix de problèmes célèbres ou piquants. "

En gros, on peut dire que le livre de M. Rebière tient les promesses de la préface ; mais quand on descend dans les détails, on doit bien avouer que son recueil renferme des pensées, des anecdotes et des problèmes de valeur très inégale.

Nous allons passer en revue les diverses sections de l'ouvrage, en signalant les endroits qui nous semblent le mieux ou le moins réussis.

PREMIÈRE PARTIE. *Morceaux choisis et pensées.* I. *Objet et caractère des mathématiques* (pp. 5-14). Vingt citations d'Aristote, Descartes, Cournot, Liard, Comte, Kant, Compagnon, d'Alembert, Platon, Bourdeau, Montucla, Condorcet, Collet, Valson.

La pensée empruntée à Comte, savoir que les mathématiques ont pour but *de déterminer les grandeurs les unes par les autres d'après les relations précises qui existent entre elles*, n'est pas aussi exacte qu'elle en a l'air, comme l'a maintes fois fait observer Hoppe, le mathématicien logicien de Berlin. Quand on écrit $6.7 = 42$, on a simplement indiqué l'*équivalence* de deux opérations, la multiplication de 6 par 7 et l'addition de 2 à 4 fois 10 ; mais le nombre 6.7 est aussi déterminé que 42. Il en est de même en algèbre, en calcul différentiel, etc. On s'y occupe aussi d'équivalences d'opérations.

L'assertion de Bourdeau (p. 11) : *La théorie des grandeurs est l'unique exemple d'une construction scientifique ne laissant rien à désirer* POUR CE QUI EST DÉMONTRÉ, est une tautologie. Il est clair

que la partie démontrée de toute science ne laisse rien à désirer. Mais, hélas, pour les mathématiques (comme pour les autres connaissances humaines), que de points qui ne sont pas complètement élucidés, par exemple dans les questions relatives aux principes de la géométrie, de la mécanique, du calcul des probabilités, de la théorie des équations différentielles, etc.

II. *Notions primitives* (pp. 15-18). Six citations seulement, de Pascal, Boussinesq, Bertrand (de Genève), Ch. Simon, la dernière sur la mécanique. Rien de remarquable. Il n'aurait pas été difficile de trouver dans les écrits de M. de Saint-Venant et de M. De Tilly mieux que la banale assertion du dernier auteur, qu'en mécanique, les idées de force, de temps et de masse sont irréductibles. M. Simon identifie aussi l'idée de cause avec celle de force, ce qui est manifestement faux: il y a des causes qui ne sont pas des forces.

III. *Méthodes* (pp. 19-25). Onze citations de Pascal, Duhamel, Viète, Poncelet, Rabier, Delambre, Poinsot, Ch. Dupin, Descartes, Chasles, Gratry, presque toutes excellentes. On peut observer, à propos de celles de Duhamel et de Viète, que la méthode analytique des modernes, qui est une méthode rigoureuse par *réduction,* en réalité identique à la méthode synthétique par déduction, n'est pas la même que l'analyse des anciens, qui était déductive et était une sorte d'expérimentation sur la vérité à démontrer. L'assertion de Gratry empruntée à Poisson relativement aux quatre méthodes de la géométrie (superposition, réduction à l'absurde, méthode des limites, méthode infinitésimale) est vraie, si on l'entend bien ; mais, au fond, les deux dernières méthodes se confondent et dépendent de la seconde.

IV. *Géométrie et analyse* (pp. 26-33). Vingt citations de valeur très inégale de Chasles, Comte, Lagrange, Hankel, Arago, Fourier, Charpentier, Taine, M. Marie, Poinsot, Condillac. Poinsot, ici, comme plus haut, et suivant son habitude d'ailleurs, dit du mal de l'analyse, qu'il maniait mal, et Chasles fait l'éloge de la géométrie, qu'il maniait si bien ; Arago et Fourier, au contraire, font ressortir la portée du calcul algébrique. Nous sommes loin de croire avec Condillac que “ l'algèbre est une langue bien faite et que c'est la seule „.

V. *Les nombres, les symboles et les fonctions* (pp. 34-40). Douze citations par M. Marie, Cauchy, Albert Girard, de Campou, H. Laurent, Bourget, Laugel, presque toutes très justes. Exceptons toutefois celle de M. Marie, en contradiction avec un mot

de Hankel, cité antérieurement, puis aussi la définition de la racine carrée de 2 à la page 34.

VI. *La limite, l'infiniment grand et l'infiniment petit* (35-37). Six citations de J. Tannery, Cournot, Poisson, Kepler, Carnot, une insuffisante, une admirable, quatre sans grande valeur (ou même ayant une valeur négative). N'importe, la citation de M. J. Tannery suffit pour rendre cette section très bonne. La voici, elle n'a que deux lignes : " *La notion de l'infini, dont il ne faut pas faire un mystère en mathématiques, se réduit à ceci :* **Après chaque nombre entier, il y en a un autre** „. Nous la signalons à ceux qui s'imaginent qu'il y a une métaphysique du calcul infinitésimal.

VII. *Mathématiques appliquées.* Énumération des applications des mathématiques, terminée par un juste éloge de l'excellent *Dictionnaire des mathématiques appliquées* de Sonnet. Suivant nous, la géométrie et la mécanique rationnelle doivent être placées l'une et l'autre, soit dans les sciences mathématiques appliquées, soit dans les sciences mathématiques pures.

VIII. *Système métrique* (pp. 50-53). Éloge habituel du système métrique; cet éloge est exagéré, comme l'on sait, sur un point : Le mètre n'est pas une fraction bien déterminée de la circonférence terrestre; c'est, en réalité, une certaine fraction de la toise du Pérou.

Rappelons, à ce propos, qu'en Belgique, sous l'ancien régime, dans plus de la moitié du pays, le pied était divisé en dix pouces, le pouce en dix lignes, la ligne en dix points, et que c'est un Belge, Simon Stevin, qui a recommandé l'emploi systématique des fractions décimales.

IX. *Géométrie descriptive* (pp. 54-57). Quatre citations par Arago, Monge, Delambre. N'aurait-on pas pu faire ici l'histoire de la découverte, par Lacroix, de la géométrie descriptive, enseignée comme une doctrine secrète par Monge à l'École de Metz ?

X. *Mécanique* (pp. 58-61). Cinq citations par Privat-Deschanel, Galilée, Herbert Spencer, Bossuet, Lagrange. Celle de H. Spencer est superficielle : il pose et résout mal la question du mouvement relatif.

XI. *Astronomie* (pp. 62-66), par Royer-Collard, Laplace, Guiraudet, Tisserand. Ce dernier dit, avec la plupart des modernes : " Copernic est survenu et dès lors la Terre a pris une place des plus modestes dans le cortège de planètes. „ Historiquement, ceci est inexact; Copernic, qui, croyons-nous, avait des idées justes sur le mouvement relatif, n'a donné son système que

comme une hypothèse; de plus, ce n'est que longtemps après lui que l'on a eu une idée exacte de la grandeur des planètes.

XII. *Probabilités* (pp. 67-74). Très bon chapitre, emprunté presque en entier à Laplace et à Bertrand; il y a aussi d'excellentes citations de la logique de Port-Royal et de Duhamel. Si nous avions écrit le livre de M. Rebière, nous n'aurions pas résisté au plaisir de citer ici, sur le problème des partis, l'admirable page où Pascal résout cette question sans calcul; puis un extrait de la célèbre brochure de Bienaymé : *Sur un principe que M. Poisson avait cru découvrir et qu'il avait appelé loi des grands nombres* (Paris, Anger, 1870). On y trouve, sur la portée objective du calcul des probabilités, des idées plus justes que dans aucun autre ouvrage.

XIII. *Enseignement* (pp. 75-89). Dix-neuf citations, par un anonyme (M. Rebière?), Condorcet, Macé, Houel, Rousseau, Lacroix, Arago, Gratry, Méray, Jablonski, Tannery. Ce chapitre contient à la fois d'excellentes choses (de Tannery, de l'anonyme, etc.), et d'autres bien singulières, vagues ou fausses (de Macé, Rousseau).

XIV. *Histoire* (pp. 90-104). Chapitre extrêmement superficiel, où l'on ne cite ni Euler, ni aucun mathématicien non français de ce siècle, pas même Gauss, ni Jacobi, ni Abel, ni Steiner, ni Riemann, ni Clebsch ; aucune histoire des mathématiques, sauf celles de Montucla, Bossut et Marie (Cantor est inconnu); aucun journal de mathématiques non français, pas même le *Journal de Crelle*. Fermat et Cauchy ne sont pas placés assez haut, Pascal et Chasles sont surfaits.

XV. *Philosophie et morale. Mélanges* (pp. 104-121). Trente-trois citations extraites de la Bible (celle-ci inexacte), de Platon, Leibnitz, Pascal, Condillac, Laplace, Voltaire, Bordas-Desmoulin, Malebranche, Locke, Lacroix, Bacon, Napoléon, Rambaud, Newton, Kepler, Euler, Poisson, d'Alembert, Bertrand, Duhamel, Duruy, Cuvier, un anonyme. Elles sont, en général, excellentes et se complètent l'une l'autre ; Cuvier corrige Locke, et Bertrand, Poisson.

Deuxième partie (pp. 123-169). *Variétés et anecdotes*. Elles sont vraiment intéressantes, mais il serait souvent difficile d'en établir l'authenticité (p. ex., p. 132, l'histoire relative à Poncelet), et il y aurait bien de petites inexactitudes à relever : p. 129, le P. Verbiest n'est pas français, mais belge; p. 167, il faut lire *Langendyck*, etc. Parmi les mathématiciennes, il aurait fallu citer miss Christine Ladd (maintenant Lady Franklin); à propos de Saun-

derson, dire un mot du physicien et mathématicien aveugle J. Plateau ; l'histoire relative à Pascal, p. 157, est controuvée.

Troisième partie (pp. 171-218). *Paradoxes et singularités.* Plusieurs des citations de cette partie auraient dû être placées dans la première section ; d'autres ne sont pas exactes (par exemple, si nous ne nous trompons, celle de la page 198, relative au système binaire) et devraient être supprimées. A la page 200, il y a une erreur grossière relative au temple de Salomon, qui, selon l'auteur, n'avait que dix coudées de diamètre et avait la forme d'un hémisphère! Gratry a exposé, longtemps avant Flammarion et beaucoup mieux, l'idée développée pp. 207-209.

Quatrième partie (pp. 219-233). *Problèmes célèbres et classiques.* Programme d'un cours complet de mathématiques pour les lycées de France.

Cinquième partie (pp. 235-267). *Problèmes frivoles et humoristiques.* Exemples : Trouver la racine de trois quarts à un quart près; inscrire un carré dans un triangle; dans une cage de lapins et de faisans, il y a en tout 35 têtes et 94 pattes, combien y a-t-il d'animaux de chaque espèce; problème du chou, de la chèvre et du loup (placé en mathématiques supérieures!). L'auteur ne cite ni le problème des trois maris jaloux, ni le taquin.

Note bibliographique (pp. 269-272). Titres (parfois bien inexacts) de quelques livres sur la philosophie, l'histoire, les applications, l'enseignement et les curiosités des mathématiques. Index (des noms et des choses) (pp. 273-280).

En résumé, malgré le mot de M. De Tilly: " les mathématiques régissent le monde, mais elles le régissent sans l'amuser ", M. Rebière est parvenu à faire sur les mathématiques un livre amusant et, en même temps, sérieusement instructif en bien des endroits. Malheureusement, dans la partie philosophique de son ouvrage, il a admis des citations de toute valeur, parfois contradictoires, et le chapitre d'histoire est absolument trop faible.

Mathématiques et mathématiciens est un livre intéressant; mais il ne deviendra un bon livre que si l'on en publie une seconde édition, sérieusement revue et corrigée.

P. M.

VIII

Mémoire de l'Union des Ingénieurs de Louvain, 1889. *De l'unification des heures dans le service des chemins de fer.*

La question traitée par M. Pasquier n'est pas nouvelle ; il a soin d'en prévenir le lecteur, en lui faisant connaître les solutions proposées jusqu'aujourd'hui.

Mais le savant professeur, laissant de côté le point de vue scientifique, s'est demandé pourquoi une réforme si utile au public voyageur — et qui n'en est pas? — si facile à réaliser, ne se traduit pas en fait. La cause doit en être trouvée, selon nous, dans la manière dont les promoteurs ont formulé leurs projets, les uns demandant trop, les autres n'indiquant pas la marche pratique à suivre. Vouloir du premier coup compter le jour solaire moyen d'une à 24 heures, c'est heurter de front un usage général et trop bien établi ; prendre, pour toute l'étendue du globe, une seule et même origine des heures ne paraît pas admissible. Il faut donc procéder par étapes, et commencer par uniformiser l'heure sur des zones modérément étendues. Tel est le système, déjà pratiqué aux États-Unis, dont M. Pasquier, après d'autres, préconise l'adoption. La terre serait partagée en 24 fuseaux, de grandeur variable d'après la configuration des pays, et, à un même instant, les horloges différeraient exactement d'une heure sur deux fuseaux voisins. Ainsi, sur toute la surface du globe, la fraction d'heure serait la même, c'est-à-dire que l'aiguille des minutes occuperait partout la même position. Ou encore, un voyageur, faisant le tour du monde de l'ouest à l'est, mettrait son chronomètre à l'heure en l'avançant d'une heure à chaque passage d'un fuseau au suivant.

L'auteur fait connaître les heures officielles, souvent multiples dans un même pays, pour la plupart des États d'Europe et d'Amérique, et il montre que, pour appliquer la nouvelle subdivision, il suffirait le plus souvent d'un changement de quelques minutes ; en Belgique, par exemple, l'heure serait retardée de 17 minutes.

Quant au moyen pratique de réaliser la réforme, il est de la dernière simplicité : dans chaque pays les horloges publiques, c'est-à-dire les administrations des chemins de fer et des communes, commenceraient par se mettre d'accord et marqueraient la même heure ; ensuite, sans formalité aucune, sans publicité ni

ordonnance d'aucune espèce, on adopterait l'heure du fuseau. Un mois après tous les chronomètres particuliers battraient à l'unisson et la réforme serait faite ! La presse peut-être n'en soufflerait mot !

L'exposé si lucide de M. le professeur Pasquier est complété par une carte figurant les 24 fuseaux, avec les dénominations de M. Schram.

Nos chaleureuses félicitations à l'auteur pour avoir attiré l'attention publique sur cette question, qui présente pour la Belgique un intérêt d'autant plus grand que les limites de notre pays sont plus resserrées et que ses habitants sont plus industrieux. Espérons que les administrations ne resteront pas indifférentes à ces sollicitations.

L. C.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

PHYSIQUE.

La couleur des eaux (1). — L'observation journalière montre que l'eau limpide est incolore. Il n'en est pas de même des grandes masses d'eau répandues à la surface du globe : elles ont toutes une couleur très prononcée. La couleur de la Méditerranée, à la surface des parties profondes, est l'indigo ; celle de l'Atlantique est le bleu céleste. Les lacs de Constance, de Lucerne et de Zurich ont une couleur vert-émeraude; le lac de Genève et le lac d'Achen, dans le Tyrol, sont azurés ; le lac de Glaris est vert ; le lac de Staffel, près de Murnau, au pied des Alpes bavaroises, est, parfois du moins, entièrement noir.

Deux questions sortent de ces faits et s'imposent à l'investigation scientifique. Première question : Prise à l'état de pureté, l'eau a-t-elle une couleur propre? Deuxième question : Quelle est la raison de la diversité des teintes que présente l'eau des mers et des lacs ?

La question de la couleur propre de l'eau a été traitée, il y a quelques années, par M. W. Spring, professeur à l'université de Liège. L'habile physicien s'est servi pour la résoudre d'un tube

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. V, pp. 55 à 84. — *Item*, t. XII, pp. 814 à 857.

de verre de cinq mètres de longueur et de quatre centimètres environ de diamètre intérieur, fermé aux deux bouts par des plans de verre, et muni, dans le voisinage des extrémités, d'ajutages propres à l'introduction de liquides. Le tube était entouré d'une gaîne noire; il recevait, par une de ses extrémités, dans la direction de son axe, la lumière diffuse du jour; l'observateur, placé à l'autre extrémité, appréciait à la simple vue la teinte des rayons, après le passage de ceux-ci à travers la colonne liquide remplissant l'appareil. Un second tube de mêmes dimensions était éclairé de la même manière; il permettait de faire des observations comparatives simultanées.

M. Spring remplit successivement les deux tubes, d'abord d'eau distillée ordinaire, préparée pour les usages courants du laboratoire; puis d'eau distillée fraîchement préparée pour les besoins mêmes de l'expérience; enfin d'eau distillée, obtenue à l'état de pureté parfaite par le procédé de M. Stas. Ce procédé consiste à faire bouillir l'eau sur un mélange de manganate et de permanganate de potassium; la vapeur émise est ensuite recueillie dans un réfrigérant de platine.

La teinte par transparence de l'eau distillée ordinaire se trouva être le vert clair; celle de l'eau distillée fraîchement préparée, le bleu céleste. M. Spring observa, dans cette seconde expérience, qu'après soixante-dix heures la teinte bleue avait passé au vert clair; la raison de ce changement de teinte lui parut devoir être le développement d'organismes microscopiques au sein du liquide. En effet, pour maintenir la teinte bleue, il lui suffit d'ajouter à l'eau fraîchement préparée un dix-millième de bichlorure de mercure. Ce sel est, comme on sait, un des agents chimiques les plus meurtriers que l'on connaisse pour les petits organismes. Moyennant cette addition, la teinte se maintint au delà de trois semaines.

La teinte par transparence de l'eau distillée, privée de toute trace d'organismes vivants par le procédé de M. Stas, fut le bleu de ciel, dans sa nuance la plus pure; elle rappelait, à s'y méprendre, la teinte des hautes régions de l'atmosphère observées du sommet d'une haute montagne, par un jour serein.

Il résulte de ces expériences, comme chacun le voit, que l'eau pure a une couleur propre, et que cette couleur est, par transparence et sous épaisseur convenable, le bleu céleste.

Mais d'où provient cette teinte bleue? est-elle le résultat des réflexions multiples de la lumière incidente sur des particules très ténues, étrangères au liquide, et flottant librement au sein

de ce dernier, ainsi que cela a lieu pour l'atmosphère, du moins dans la théorie de lord Rayleigh? M. Spring ne le pense pas. D'après lui, la teinte bleue, par transparence, de l'eau pure doit être attribuée à une absorption véritable de la couleur complémentaire par le liquide. Il appuie cette manière de voir sur les motifs suivants.

Si la couleur bleue de l'eau était la suite des réflexions multiples de la lumière incidente sur des matières étrangères, venues de l'air, il faudrait que les autres liquides, manipulés dans les mêmes conditions que l'eau, prissent, comme celle-ci, une teinte bleue par transparence. Or, l'expérience montre qu'il n'en est rien. L'alcool amylique, par exemple, imprégné des matières du laboratoire ne donne lieu, par transparence, sur une épaisseur de cinq mètres, à aucun phénomène de coloration. L'acide acétique cristallisé et l'alcool éthylique sont jaunes, dans les mêmes circonstances.

De plus, dans l'hypothèse de la coloration de l'eau par l'influence des réflexions multiples, il faudrait, comme cela a lieu pour l'air atmosphérique, que l'eau fût rougeâtre ou orangée, par transparence, et que la couleur bleue de la colonne liquide se manifestât, d'une façon plus accentuée, dans la direction perpendiculaire à l'axe du tube que dans toute autre direction; malheureusement ces conséquences de l'hypothèse sont toutes deux contredites par les faits.

La question de la couleur propre de l'eau ainsi tranchée, M. Spring a étudié de la même manière celle, beaucoup plus obscure, de la diversité des teintes de l'eau des mers et des lacs.

Il n'est douteux pour personne que des causes multiples influent sur la coloration des grandes masses aqueuses répandues à la surface du globe. M. Spring est d'avis que la principale de ces causes est la réflexion de la lumière incidente sur les matières diluées que l'eau des mers et des lacs tient en suspension. Des expériences de laboratoire, qu'il serait trop long de relater ici, l'ont conduit à poser en principe l'ensemble des propositions que voici :

1° Quand un pinceau de lumière blanche traverse un milieu transparent tenant en suspension des matières diluées, solides ou liquides, capables de réfléchir la lumière, il se fait, sur les particules en suspension, autant de réflexions partielles, indépendantes les unes des autres, qu'il y a de rayons simples dans le pinceau incident.

2° Ces réflexions partielles se produisent, pour chaque rayon simple, dans toute l'épaisseur du milieu transparent. A mesure qu'elles se succèdent, l'intensité du rayon réfléchi diminue; cette intensité finit même par devenir nulle, lorsque l'épaisseur du milieu transparent est supérieure à une certaine limite.

3° Dans cette extinction progressive, les couleurs extrêmes du spectre, eu égard à leur faiblesse lumineuse relative, disparaissent les premières; la couleur jaune du spectre, dont le pouvoir lumineux relatif l'emporte sur celui des autres teintes, ne s'éteint qu'en dernier lieu.

4° Les solutions salines saturées agissent, le plus souvent, sur la lumière blanche qui les traverse, comme les liquides tenant en suspension des particules solides ou liquides. Cela tient à ce que, dans les solutions saturées, le sel dissous se trouve fréquemment à l'état de précipité naissant.

Les conclusions qui ressortent de ces propositions sont celles-ci:

1° L'eau absolument pure, tant physiquement que chimiquement, est bleue par transparence, sous épaisseur convenable, ainsi que nous l'avons déjà dit;

2° Lorsqu'elle tient en dissolution des sels incolores en petite masse, la couleur par transparence du liquide n'est pas changée, toutes les fois que la dissolution des sels est complète;

3° Mais lorsque l'eau tient en suspension, avec plus ou moins d'abondance, le sel à l'état de précipité naissant, la teinte par transparence du mélange est alors, du chef de cette suspension, plus ou moins jaunâtre.

4° Cette teinte jaune, en se combinant avec la teinte bleue de l'eau pure, produit, suivant la proportion du jaune, des teintes composées, bleu-verdâtres, vert-bleuâtres, vertes, vert-jaunâtres.

Dans cette composition, il peut même arriver que le bleu soit complètement étouffé par le jaune; l'eau prend, dans cette circonstance, une couleur jaune-brun, ou une couleur plus foncée.

Pour vérifier expérimentalement l'exactitude de ces conclusions, M. Spring prit de l'eau de Meuse, parfaitement claire, et l'introduisit dans un des tubes décrits ci-dessus. Il trouva que, sous une épaisseur de cinq mètres, cette eau éteignait complètement la lumière incidente : sous cette épaisseur, la colonne était noire par transparence.

Il dilua ensuite l'eau de Meuse avec de l'eau pure, et observa que les premiers rayons qui émergeaient de la colonne avaient une teinte rougeâtre, orangée ou jaune, suivant la grosseur des particules en suspension dans le liquide.

En accentuant davantage la dilution, il remarqua que la lumière émergente prenait des tons de plus en plus verts.

A un certain degré de dilution, elle était franchement verte.

Après cela, elle se mit à virer vers le bleu, et prit décidément cette teinte à la limite la plus extrême de la dilution.

Ces changements de teinte ne dépendent aucunement de la nature chimique des matières en suspension : la craie, l'argile, la silice donnent, en effet, des résultats semblables.

L'état solide ou liquide des particules est également sans influence sur la teinte de la lumière émergente : des gouttes microscopiques d'alcool amylique ne donnent pas une autre série de teintes que les particules calcareuses, argileuses ou siliceuses.

L'interprétation de la diversité de coloration des grandes masses aqueuses, répandues à la surface du globe, est une application fort simple des conclusions formulées ci-dessus.

Remarquons d'abord que l'eau des mers et des lacs, dans sa plus grande pureté, n'est jamais un milieu optiquement vide. D'après les expériences de M. Tyndall, un milieu, pour être optiquement vide, ne doit contenir aucun ensemble, tant soit peu sensible, de particules propres à réfléchir la lumière; un rayon lumineux doit la traverser sans l'éclairer. Par suite, s'il existait quelque part une eau profonde optiquement vide, cette eau, éclairée de front par la lumière du jour, devrait nous apparaître tout à fait noire. Cette affirmation ressort des recherches expérimentales de MM. Foret, Fol et Sarasin. Ces savants ont montré, en effet, qu'à la profondeur de 200 mètres environ, un rayon de lumière diffuse a perdu toute son intensité lumineuse; dans ces conditions, il est évident que le sol, sur lequel repose une eau profonde, ne peut réfléchir vers l'œil aucun rayon lumineux.

De fait, dans l'eau des mers et des lacs, la lumière incidente est réfléchie vers la surface par les particules en suspension, longtemps avant d'avoir atteint les régions où se produit l'extinction complète du pouvoir lumineux. De la sorte, la coloration des mers et des lacs est nécessairement celle des masses aqueuses vues par transparence, sous grande épaisseur; elle doit passer, suivant les circonstances, par les diverses teintes énumérées plus haut. Ces teintes sont comprises entre le bleu intense et le brun foncé. La teinte observée dépend de la densité des précipités salins en suspension.

C'est ainsi que l'eau du Rhône est bleue et l'eau du Rhin verte.

En effet, d'après les analyses de Sainte-Claire Deville, l'eau du Rhône, pour même poids de carbonate de calcium, contient deux fois plus d'anhydride carbonique que l'eau du Rhin. Dans ces conditions, l'eau du Rhône est beaucoup moins chargée de précipité calcareux que l'eau du Rhin.

C'est ainsi encore que l'eau du lac d'Achen est d'un bleu foncé à la surface des parties profondes, et d'un beau vert de chrome sur le bord septentrional. En cet endroit peu profond de la rive, l'eau vient se jouer sur le fond caillouteux; elle s'y charge de matières calcaires.

Les tons verdâtres des hauts-fonds de la mer ont une origine de tout point semblable.

D'autres causes interviennent encore dans la coloration des grandes masses aqueuses.

La teinte bleue produite par la réflexion de la lumière incidente sur les plus petites d'entre les particules en suspension au sein du liquide, conformément à la théorie mathématique développée par lord Rayleigh, est, nous l'avons dit, sans influence sensible sur la teinte des grandes masses aqueuses, lorsque l'eau de ces masses est à l'état de pureté; mais en est-il encore ainsi lorsque l'eau est troublée, comme l'est, à n'en pas douter, celle des mers, des fleuves et des lacs? Certes, on peut sans témérité penser le contraire. Il est même permis de croire que c'est à ces réflexions, aussi bien qu'à celles dont il a été question dans le courant de cet article, que sont dus les phénomènes de polarisation observés par M. Soret et par M. Hagenbach dans la lumière émise par l'eau des lacs de Genève, de Lucerne et de Zurich.

Suivant la loi de Weber relative aux sensations, la perception d'une teinte colorée est liée, dans son intensité, au degré de l'éclairage et à l'état d'excitation préalable de l'œil. Il s'ensuit que la teinte bleue par transparence de l'eau d'un lac sera plus ou moins considérablement lavée de blanc, toutes les fois qu'on regardera la nappe aqueuse par un jour serein, à l'époque où le soleil darde ses rayons sur la surface et que l'œil est, par cela même, fortement excité.

Par une influence semblable, les points brillants des rides et des vagues, produits par la réflexion de la lumière du soleil sur la surface ondulée de l'eau, peuvent modifier d'une manière sensible la perception colorée des plages adjacentes.

Toutes ces causes néanmoins sont, par leur nature même, mobiles et variables. Il n'en est pas de même de celle étudiée par

M. Spring et signalée ci-dessus. Cette dernière a bien, on peut le croire, la part principale dans la coloration par transparence des grandes masses aqueuses répandues à la surface du globe; elle seule peut donner au phénomène lumineux ses traits saillants.

Origine exclusivement tellurique des raies et des bandes d'absorption de l'oxygène dans le spectre solaire (1). — M. Janssen a étudié récemment, dans son laboratoire de Meudon, les raies d'absorption de l'oxygène, dans des conditions variées d'épaisseur et de pression. Il ressort de ces recherches que l'oxygène possède deux spectres d'absorption : un spectre de raies et un spectre de bandes.

Le premier est représenté, dans le spectre de la lumière solaire, par les groupes de raies auxquels on a donné les noms de A, B et α ; le second y est accusé par de larges bandes obscures, situées dans les régions du rouge, du jaune, du bleu et du violet. Ces bandes ne deviennent visibles que lorsque le soleil est déjà assez abaissé sur l'horizon.

Dans le spectre de raies de l'oxygène, l'intensité de l'absorption est proportionnelle au produit de l'épaisseur de la colonne gazeuse que la lumière traverse par la densité du gaz. Dans le spectre de bandes, au contraire, cette intensité est proportionnelle au produit de l'épaisseur par le carré de la densité du gaz.

La présence des raies et des bandes d'absorption de l'oxygène au sein du spectre solaire est due, en partie du moins, à l'absorption élective de l'atmosphère terrestre ; cela ressort des recherches expérimentales de Brewster, de M. Janssen et de M. Cornu. Est-elle due aussi, pour une certaine part, à l'absorption élective de l'atmosphère du soleil ?

Cette question, posée depuis longtemps, n'avait pas encore été résolue. Pour lui donner une solution expérimentale convenable, il était nécessaire de se transporter dans une station élevée, séparée de la plaine par une couche atmosphérique d'épaisseur considérable, afin de pouvoir faire des observations spectrales comparatives à des altitudes atmosphériques fort différentes. Il était aussi nécessaire de débarrasser le spectre solaire, à la station supérieure du moins, des raies et des bandes d'absorption de la vapeur d'eau. Ces raies se rencontrent, en effet, en grande abondance dans la région où se trouvent les groupes dus

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CVII, pp. 672 à 677. — *Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1889*, pp. 787 et 788.

à l'absorption de l'oxygène; leur mélange avec les raies de l'oxygène pouvait jeter de l'incertitude sur les spécifications.

Le chalet des Grands-Mulets, sur le versant du Mont-Blanc, au confluent des glaciers des Bossons et de Taconnaz, est situé à plus de 3000 mètres d'altitude ; la température diurne y est, au mois d'octobre, fort inférieure au zéro de l'échelle thermométrique. Une construction en pierres sèches et charpentes, adossée au rocher, fort connue des touristes, offrait aux expérimentateurs un abri assez imparfait, surtout au commencement de l'automne, mais nullement à dédaigner. M. Janssen résolut de s'y transporter, avec ses instruments d'observation, dans la première quinzaine d'octobre de l'année dernière.

Il partit de Chamonix le 12 octobre au matin, passa la nuit au chalet de Pierre-Pointue, et reprit son ascension le lendemain à 6 heures du matin. Après 13 heures d'une marche pleine de difficultés et même de dangers, il atteignit, dans la soirée du 13 octobre, le chalet des Grands-Mulets. Dans la bonne saison, le trajet de Pierre-Pointue aux Grands-Mulets se fait en quatre ou cinq heures. Le 14 au matin, les instruments furent disposés, et la journée entière employée aux observations préliminaires. Le lendemain, le ciel était d'une pureté parfaite. Les observations spectrales, commencées à 10 heures du matin, purent être continuées jusqu'au coucher du soleil. Comme M. Janssen l'avait prévu, les raies et les bandes d'absorption de la vapeur d'eau étaient absentes du spectre solaire. Celles de l'oxygène, parfaitement visibles, diminuaient d'intensité à mesure que le soleil s'élevait dans le ciel. Lors du passage au méridien, les bandes d'absorption de l'oxygène avaient complètement disparu ; les groupes de raies A, B et α pouvaient encore être distingués, mais leur intensité d'absorption était singulièrement affaiblie ; le groupe A était à peine visible ; à la limite de l'atmosphère, l'extinction eût été certainement complète. Les observations du 16 octobre confirmèrent de tout point les résultats obtenus la veille.

En rendant compte de ces observations, le 29 octobre, à l'Académie des sciences de Paris, M. Janssen n'a pas hésité à affirmer, comme chose démontrée, que l'absorption solaire ne contribue en rien à la production des raies d'absorption de l'oxygène dans le spectre du soleil ; le phénomène est tout entier tellurique.

Lois relatives aux tensions des vapeurs des dissolutions (1). — La tension ou force élastique des vapeurs saturées se détermine par la méthode de Dalton. Cette méthode est fondée sur la dépression que la force expansive d'une vapeur saturée, renfermée dans la chambre d'un tube barométrique, fait éprouver à la colonne mercurielle.

Autre est la tension de la vapeur saturée d'un dissolvant volatil, lorsque ce dissolvant est à l'état de pureté, autre la tension de la vapeur saturée de ce même dissolvant, lorsque celui-ci tient en dissolution un poids déterminé de substance fixe : à parité de température, la première tension est toujours supérieure à la seconde.

Le rapport de ces deux tensions, que nous désignerons respectivement par f et f', et le rapport de l'excès de f sur f' à la tension f, jouissent de plusieurs propriétés établies par l'expérience. Le second rapport porte le nom de *différence relative de tension de vapeur* de la dissolution.

Première propriété. Pour les dissolutions aqueuses d'un degré de concentration déterminé, le rapport de f à f' est indépendant de la température.

Cette loi a été démontrée par les recherches expérimentales de von Babo, de Wüllner, de M. Tammann et de M. Emden. Les quelques exceptions à la loi que ces physiciens ont rencontrées dans le cours de leurs expériences, sont dues vraisemblablement à un commencement de dissociation des sels dissous.

La loi est vraie également pour les dissolutions faites dans l'éther, dans la benzine et dans l'alcool ; cela résulte des expériences récentes de M. Raoult. Le rapport de f à f' a été trouvé constant par ce physicien, entre 0° et 21°, à 1/200 près, pour les dissolutions faites dans l'éther, et entre 60° et 78°, à 1/100 près, pour les dissolutions faites dans la benzine et dans l'alcool.

Deuxième propriété. Pour les dissolutions aqueuses, la différence relative de tension de vapeur $\frac{f-f'}{f'}$ est proportionnelle au poids du sel dissous.

On donne souvent à cette loi un autre énoncé. Soient N le nombre de molécules de substance fixe dissoutes dans 100 molécules d'eau, et K une constante dépendante de la nature du sel ; la loi peut encore s'exprimer comme suit : la différence relative

(1) Journal de physique théorique et appliquée, 2e série, t. VIII, pp. 5 à 20. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXVII, pp. 167 à 169, et t. CIV, pp. 1430 et suiv.

de tension de vapeur est égale à la constante K multipliée par le nombre N. Cette loi a été démontrée par von Babo et par Wüllner. Toutefois M. Tammann a fait voir qu'elle n'est exacte que pour les valeurs de N inférieures à 100.

La loi est vraie également pour les dissolutions étendues faites dans l'éther et le sulfure de carbone : cela ressort des récentes recherches de M. Raoult. Ce même physicien a montré que, pour les dissolutions concentrées faites dans l'éther et le sulfure de carbone, il est nécessaire de remplacer le nombre N, dans l'énoncé de la loi, par le nombre N', ce dernier représentant le nombre de molécules de substance fixe contenues dans 100 molécules du *mélange*.

Troisième propriété. La température de congélation des dissolutions aqueuses est toujours inférieure, comme on sait, à celle de l'eau pure. D'après Rüdorff, la différence des deux températures est proportionnelle au poids du sel dissous.

En rapprochant cette propriété des dissolutions aqueuses de la propriété analogue, signalée ci-dessus, au sujet de la différence relative de tension de vapeur de ces mêmes dissolutions, M. Raoult avait été conduit à supposer qu'un rapport constant devait exister entre l'abaissement du point de congélation des diverses solutions aqueuses et leur diminution relative de tension de vapeur. Il a soumis dernièrement cette conjecture théorique à la vérification expérimentale. Toutes les dissolutions aqueuses étudiées furent prises au même degré de concentration : elles renfermaient toutes 4 ou 5 molécules de substance fixe pour 100 molécules d'eau. Les mesures expérimentales ne tardèrent pas à montrer que la conjecture était fondée. Le rapport entre l'abaissement de température du point de congélation et la diminution relative de tension de vapeur des dissolutions aqueuses de 19 sels anhydres, et des dissolutions aqueuses de diverses matières organiques fixes, telles que l'acide tartrique, l'acide citrique, le glucose, le sucre de canne, l'urée, fut trouvé constant et égal à 100.

M. Raoult a étudié de la même manière les solutions dans la benzine, de la naphtaline, de la nitrobenzine, du benzoate d'éthyle et de l'acide benzoïque ; le rapport de l'abaissement de température du point de congélation à la diminution relative de tension de vapeur de ces dissolutions fut aussi trouvé constant. Cette fois la valeur du rapport constant fut égale à 60 à 1/20 près.

Audition colorée (1). — On désigne sous le nom d'audition colorée l'association des sensations du son et de la couleur, que l'on rencontre chez certaines personnes. Un sujet, par exemple, trouve le son de la trompette *rouge,* celui de la clarinette et de la flûte *jaune,* celui du violon *bleu,* celui du violoncelle et de la basse *violet.*

Deux frères étudiés par Lussana attribuaient la couleur *noire* à la voix de basse, la couleur *brun foncé* à la voix de baryton, la couleur *marron clair* à la voix de *ténor,* les diverses teintes depuis le *brun clair* jusqu'à l'*orangé,* et depuis l'*orangé* jusqu'au *rouge vif,* aux voix de femme.

Une audition colorée plus fréquente, c'est la perception colorée des *voyelles.* On a trouvé un sujet, par exemple, dont la perception auditive de la voyelle *a* était accompagnée de la sensation du *noir ;* celle de la voyelle *i,* de la sensation du *rouge ;* celle de la voyelle *o,* de la sensation du *blanc;* celle de la voyelle *e,* de la sensation du *gris.*

Sur 596 sujets soumis à l'étude par Bleuler et Lehmann, 76 jouissaient de l'audition colorée. Cette affection n'est pas essentiellement morbide; elle se transmet par l'hérédité, car on la rencontre souvent dans les membres d'une même famille. Il est probable que Meyerbeer était auditeur de couleurs : ce compositeur célèbre désigne sous le nom de *pourprés* certains accords de Weber.

Je puis ajouter un cas nouveau aux exemples déjà connus d'audition colorée. Le sujet est un homme d'étude, d'une imagination calme, et jouissant d'une santé parfaite. Chez ce sujet, la perception auditive de la voyelle *a* est accompagnée de la sensation du *bleu;* celle de la voyelle *e,* de la sensation du *blanc;* celle de la voyelle *i,* de la sensation du *jaune;* celle de la voyelle *o,* de la sensation du *noir;* celle de la voyelle *u,* de la sensation du *rouge.* Le vert ne correspond à aucune des émissions vocales.

Pour lui, l'*a* grave du mot *blâme,* par exemple, est *bleu foncé ;* l'*a* bref du mot *apparat* est *bleu de ciel.*

L'*e* fermé du mot *vérité* est *blanc de neige;* l'*e* bref du mot *pelle* est *blanc jaunâtre;* l'*e* ouvert du mot *même* est *couleur d'ocre.*

L'*i* bref du mot *lit* est *jaune clair;* l'*i* du mot allemand *weiss* est *jaune foncé.*

L'*o* grave du mot *dôme* est *noir vif;* l'*o* bref du mot *donnons* est *noir grisâtre.*

(1) *Revue philosophique de la France et de l'étranger,* t. XVIII, p. 605, et t. XXII, p. 111.

L'*u* du mot *vertu* est *rouge simple;* l'*u* du mot *feu* est *rouge de feu;* l'*u* du mot français *brun,* ou du mot anglais *run,* est *rouge brun.*

Un condisciple du sujet dont je parle voyait le *blanc* dans la voyelle *i* et le *noir* dans la voyelle *a.*

Règle à suivre dans l'étude qualitative des liquides au moyen des bandes d'absorption (1). — Tout liquide coloré exerce une absorption élective sur un pinceau de lumière blanche qui le traverse. Cette absorption élective donne naissance, dans le spectre de la lumière émergente, à des bandes obscures dites *bandes d'absorption.* A mesure qu'on augmente l'épaisseur de la couche liquide traversée par la lumière blanche, les bandes d'absorption s'élargissent et deviennent plus sombres.

Le nombre, la position dans le spectre, et l'apparence extérieure des bandes d'absorption varient avec la nature du liquide coloré; par suite, elles peuvent servir, dans maintes circonstances, à les caractériser et, au besoin, à les distinguer et à les faire reconnaître. En raison de cette utilité pratique, MM. Fievez et Van Aubel ont recherché récemment les conditions expérimentales les plus favorables à l'observation des bandes d'absorption des liquides colorés.

Ils ont opéré sur un grand nombre de solutions colorées, prises à des degrés divers de concentration, et spécialement sur les solutions de fuchsine et de chlorure de didyme. Les solutions de fuchsine étaient au dix-millième, au cent-millième et au millionième; celles de didymes, au cinquantième, au trois-centième et au millième.

L'étude de ces solutions a conduit MM. Fievez et Van Aubel à ce résultat :

L'intensité des bandes d'absorption décroît,

1° avec l'épaisseur et la dilution de la couche liquide;

2° à mesure que l'intensité lumineuse des rayons incidents augmente;

3° à mesure que la dispersion de l'appareil croît.

Ces résultats permettent de formuler la règle pratique suivante :

Toutes les fois que l'on ne peut pas augmenter suffisamment la concentration ou l'épaisseur de la couche liquide absorbante, il faut, pour rendre visibles les bandes d'absorption propres à un liquide coloré, réduire l'intensité de la lumière incidente, ou le pouvoir dispersif de l'appareil employé.

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* 3e série, t. XVII, p. 102.

Voici un exemple.

Une solution de chlorure de didyme au millième ne donna aucune bande d'absorption, sous une épaisseur de quarante centimètres, à la lumière solaire et avec une dispersion de deux prismes. La même solution donna des bandes d'absorption bien caractérisées, sous la même épaisseur, à la lumière diffuse et avec la dispersion d'un seul prisme.

Faits de capillarité (1). Dans un mémoire présenté récemment à la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, M. Van der Mensbrugghe a attiré l'attention des physiciens sur un certain nombre de faits intéressants. En les rapportant, l'intention du savant professeur de l'université de Gand a été d'infirmer considérablement la valeur scientifique de la théorie de la capillarité de Laplace, et de démontrer d'une manière péremptoire la réalité physique de la tension à la surface des liquides. Ces faits sont les suivants :

Premier fait. Lorsqu'on approche une tige métallique, chauffée au rouge, d'une masse d'eau, renfermée dans un vase assez large, et débarrassée à la surface de toute impureté, on remarque que les molécules de la surface du liquide s'éloignent du foyer de chaleur, comme si elles obéissaient à une force centrifuge ; en même temps la partie de la surface qui se trouve sous la tige devient légèrement concave. Un effet semblable se produit quand on approche de la surface de la masse d'eau un tube capillaire contenant une petite colonne d'alcool ou d'éther.

Deuxième fait. Si on approche de même une tige métallique, chauffée à 40° ou 50°, d'une lame liquide mince et plane, formée à l'intérieur d'un contour en fil de fer, on s'aperçoit bientôt que la partie de la lame située sous la tige devient plus mince. Cet amincissement, observé pour la première fois par M. Félix Plateau, est accusé par un changement de teinte dans la coloration de cette partie de la lame.

Troisième fait. On introduit une goutte d'eau dans un tube de verre de quelques millimètres de diamètre intérieur. En tenant le tube horizontalement, la goutte prend la forme d'une petite colonne terminée par deux ménisques concaves. Cela fait, on approche d'un des ménisques une pointe métallique fortement chauffée, et on ne tarde pas à voir que la colonne se

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, tome XVII, pp. 151 à 167.

déplace en s'éloignant de la pointe. L'action de la vapeur d'un liquide volatil, comme l'alcool et l'éther, produit le même effet que la chaleur.

Quatrième fait. Après avoir posé un niveau à bulle d'air sur un plan horizontal, on approche une tige chauffée d'un des ménisques de la bulle : on voit aussitôt la bulle se mettre en mouvement et se diriger vers la source de chaleur.

Cinquième fait. On recouvre à moitié, au moyen d'un plan de verre, un vase contenant du sulfure de carbone. Dans ces conditions, l'évaporation se fait avec plus d'énergie sur la surface libre du sulfure, et on observe que de petites particules, flottant à la surface de la partie abritée, se dirigent vers la partie libre.

Sixième fait. On plonge un tube capillaire ouvert aux deux bouts dans une masse d'eau limpide : le liquide monte par capillarité dans le tube, jusqu'à une hauteur qui dépend du rayon intérieur du tube. C'est l'expérience classique servant à démontrer expérimentalement la loi de Jurin. Si, après l'ascension, on dépose une goutte d'huile d'olive ou d'essence de térébenthine sur la surface de la masse aqueuse entourant le tube, on observe que la hauteur de la colonne capillaire au sein du tube n'est pas changée. MM. Quincke et Duclaux se sont fondés sur ce fait pour émettre des doutes sur l'exactitude de la théorie de Laplace.

Septième fait. En tenant verticalement un tube capillaire étroit au-dessus d'une capsule remplie d'eau distillée, le liquide s'élève par capillarité dans le tube, comme dans l'expérience précédente, à la hauteur de 3 ou 4 centimètres. On retire ensuite doucement la capsule, et on remarque qu'une colonne d'eau un peu plus longue que la colonne capillaire primitive reste suspendue dans le tube. Cette particularité a été mentionnée par Laplace dans son traité de la capillarité.

Si après cela on approche de la colonne suspendue une capsule contenant de l'alcool coloré, on remarque qu'au moment où le ménisque convexe de la colonne capillaire est en contact avec l'alcool, l'eau baisse un peu dans le tube; mais immédiatement après cette dépression, le sommet de la colonne reste fixe, bien que l'alcool coloré s'élève dans le tube d'une manière continue. Cette expérience a été faite par M. Spring.

M. Spring est d'accord avec M. Van der Mensbrugghe pour regarder l'invariabilité du sommet de la colonne capillaire au sein du tube, dans les circonstances relatées ci-dessus, comme un fait décisif contre la théorie de Laplace.

Huitième fait. La pression d'une bulle de savon de 25 centimètres de diamètre, soufflée au moyen d'un entonnoir, chasse l'air intérieur de la bulle à travers le bec de l'appareil, avec une énergie qui croît à mesure que le diamètre de la bulle diminue.

M. Van der Mensbrugghe est d'avis que ces faits sont inconciliables avec la théorie des phénomènes capillaires donnée par Laplace et par Poisson. Il est convaincu, en outre, que ces faits manifestent, d'une façon évidente, l'existence d'une tension physique réelle dans la couche superficielle des masses liquides.

Pour ce qui est de la chose établie, nous ne partageons l'opinion du savant professeur de l'université de Gand, ni sur le premier point, ni sur le second.

D'abord, à prendre les choses en toute rigueur, nous ne pensons pas que l'on puisse logiquement se servir des principes des théories de la capillarité pour rendre raison des faits signalés par M. Van der Mensbrugghe dans son mémoire. Les faits dont il s'agit appartiennent à un ordre spécial de phénomènes, et les principes à l'aide desquels on cherche à les expliquer font partie d'un ordre tout différent du premier. Les faits, en effet, ressortent de la dynamique, tandis que les principes dérivent de la statique.

De telles applications de principes peuvent parfois conduire à l'erreur. Qui ne sait, par exemple, que la pression au sein d'une masse liquide n'est pas, dans l'état de repos des diverses parties de la masse, ce que cette pression est dans l'état de mouvement relatif des mêmes parties; le sens de la pression peut même changer dans le passage d'un état à l'autre.

Néanmoins, pour ne pas pousser les exigences de la logique jusqu'à l'extrême limite, nous concédons volontiers à M. Van der Mensbrugghe que l'application des principes théoriques de la capillarité à l'interprétation des phénomènes de mouvement des masses liquides est légitime, quand on a uniquement en vue de *prévoir le sens des déplacements*. Toutefois, dans cette application, il est nécessaire d'user de circonspection, et d'apporter le plus grand soin à n'omettre, durant le cours des raisonnements, aucune circonstance importante du phénomène.

Nous regrettons, à ce point de vue, que M. Van der Mensbrugghe ait négligé de considérer, dans son étude critique :

1° La forme de la surface de séparation de la masse liquide chaude ou chargée de vapeur, de la masse liquide froide (1);

2° L'obliquité, par rapport à la surface du liquide, des résultantes moléculaires envisagées par Laplace, dans le voisinage de la ligne de démarcation de la portion chaude et de la portion froide du liquide;

3° Les valeurs que prennent les résultantes moléculaires, sous la couche superficielle, lorsque la densité du liquide croît avec la profondeur;

4° L'influence que pouvait avoir, sur les conclusions, le principe suivant tiré de la théorie de Laplace : dans le système de deux couches liquides superposées, planes et homogènes, la pression moléculaire est, au sein de la couche inférieure, ce qu'elle serait si cette couche existait seule.

La considération de ces particularités lui aurait permis, pensons-nous, d'écarter comme nulles ou, au moins, comme non démontrables, et, par suite, comme gratuites, toutes les objections qu'il s'est plu à accumuler contre la théorie de Laplace et de Poisson. Dans une enquête scientifique, alors surtout que les principes sont d'un autre ordre que les faits à interpréter, l'axiome juridique: " *Nemo malus nisi probetur* (2), a force de loi. „

Notre motif, pour ne pas partager les vues de M. Van der Mensbrugghe sur le second point, est celui-ci : notre savant contradicteur ne regarde pas les faits énoncés par lui comme opposés aux principes et aux conclusions de la théorie des phénomènes capillaires de Gauss; c'est du moins le sens que nous avons cru devoir donner à la conclusion finale de son mémoire.

Dès lors, à notre sens du moins, la question de la nature de la tension superficielle est une question jugée. La théorie de Gauss ne donne, en effet, à la tension superficielle, aucune autre réalité qu'une réalité physique de simple équivalence; elle ne lui donne, en aucune façon, une réalité formelle. Dans cette théorie, suivant une expression de sir William Thomson, la tension superficielle n'est qu'une façon idéale de concevoir le résultat des attractions mutuelles des différentes parties de la masse liquide.

M. Van der Mensbrugghe dit quelque part dans son mémoire

(1) Émile Mathieu, *Théorie de la capillarité*, pp. 60 à 62. — Laplace, *Traité de mécanique céleste*, t. IV, pp. 444 à 446.

(2) Il est bon de remarquer, en outre, que le déplacement du centre de gravité des colonnes liquides ne peut être attribué légitimement qu'à l'action des forces extérieures au liquide : les forces intérieures sont incapables de produire de semblables mouvements.

que les arguments invoqués contre l'existence réelle de la tension superficielle n'ont aucune valeur sérieuse, et que les travaux des physiciens qui s'appuient sur cette propriété des liquides méritent toute la confiance des savants.

Nous rejetons, pour le motif mentionné ci-dessus, la première partie de cette proposition; mais nous souscrivons avec bonheur à la seconde.

Suivant nous, les beaux travaux de J. Plateau, de M. Van der Mensbrugghe et de ses amis, n'ont rien à démêler avec la question purement métaphysique de la nature de la tension superficielle. Il en est des travaux sur la tension superficielle comme des recherches de Lagrange, de Laplace et de Leverrier sur la mécanique céleste; ces dernières sont complètement indépendantes de la nature de la gravitation. Il en est de même des études expérimentales de M. Van der Mensbrugghe, à l'égard de la nature intime de la tension à la surface des liquides.

J. Delsaulx, S. J.

GÉOLOGIE.

Cause de la fétidité des calcaires.—La plupart des calcaires dégagent, surtout par le choc, une odeur particulière bien connue, mais dont l'origine était restée jusqu'ici fort obscure. D'aucuns l'attribuaient à la présence de matières bitumineuses; mais on remarque aisément que l'intensité de l'odeur n'est pas en rapport avec le plus ou moins d'abondance de ces matières.

D'autres l'attribuaient à un dégagement d'hydrogène sulfuré, quoique ce gaz ne possède pas par lui-même l'odeur des calcaires fétides.

M. Spring (1) s'est livré à des expériences très intéressantes sur le marbre noir fétide de Golzinne, qui dégage par dissolution dans les acides une odeur insupportable. Il a constaté tout d'abord que ce calcaire ne renferme pas de matières bitumineuses, et

(1) *Bull. de la Société géologique de Belgique*, t. XVI, 1889.

n'est coloré que par le carbone. Ayant alors dissous une certaine quantité de marbre dans l'acide chlorhydrique, et ayant fait passer les gaz dégagés à travers une solution de brome dans l'acide azotique, M. Spring a reconnu que ces gaz perdaient leur odeur fétide. La solution d'acide azotique bromé, évaporée, a laissé une petite quantité d'un liquide clair, mélange d'acide sulfurique et d'acide phosphorique ; donc les gaz dégagés renfermaient un produit gazeux de phosphore, la phosphamine, mélangée avec de l'hydrogène sulfuré. La présence de ce dernier a encore été démontrée en faisant passer les gaz dégagés dans une solution ammoniacale de nitroprussiate de sodium, qui a pris une coloration violette caractéristique.

Comme contre-épreuve, M. Spring a fait passer quelques bulles de phosphamine et d'hydrogène sulfuré dans de l'anhydride carbonique pur ; l'odeur produite ressemblait d'une manière saisissante à celle des calcaires fétides.

Quant à l'origine de cette phosphamine, on pourrait la rechercher dans la réduction des phosphates que renferment presque tous les calcaires. Les phosphates auraient subi une réduction en phosphure de calcium sous l'influence des micro-organismes qui ont fait putréfier les matières organiques des fossiles de ces calcaires. Le phosphure de calcium réagissant au fur et à mesure de sa production sur l'eau chargée d'acide carbonique, aurait donné du carbonate de chaux et de la phosphamine, qui serait restée emprisonnée dans le calcaire.

Poissons du dévonien de Belgique et d'Amérique (1). — M. J. S. Newberry, ayant eu l'occasion d'examiner la belle collection de poissons de M. M. Lohest, y a reconnu, parmi les exemplaires que ce dernier avait recueillis dans les psammites du Condroz à Ouffet, plusieurs espèces américaines : *Dinichtys pustulosus, Dipterus Nilsoni, Dipterus flabelliformis.* Dans les deux pays, ces fossiles se trouvent dans des roches analogues et associés au même *Spirifer disjunctus* et aux mêmes *Dipterus.*

Ces découvertes viennent encore confirmer le synchronisme des couches américaines de Chemung, qui renferment ces poissons, avec le famennien belge.

Les fulgurites du mont Viso (2). — M. Rutley vient d'étudier les effets de la foudre sur le mont Viso. Dans les schistes à glau-

(1) *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XVI, 1889.
(2) *Quaterly Journ. Geol. Soc. London*, t. XLV, 1889.

cophane qui forment le sommet de cette montagne, on remarque de nombreux tubes qui vont en se multipliant et en s'amincissant de plus en plus vers le bas. La paroi de ces tubes est tapissée d'une couche plus ou moins épaisse d'une matière vitreuse produite par la liquéfaction des schistes sous l'influence de la haute température développée par la foudre. Au microscope, cette matière se montre tout à fait amorphe, mais renferme de nombreuses vacuoles arrondies ou allongées, ainsi que de très nombreux cristallites de toutes formes fort analogues à ceux que l'on observe dans certaines obsidiennes.

Chose curieuse, les schistes sont parfois vitrifiés également sur leurs plans de schistosité.

Météorite trouvée à cinq mètres sous le sol. — Une découverte de ce genre est un fait assez rare, quoiqu'il ne soit pas nouveau. Déjà, en 1886, M. Gurlt de Bonn a signalé la découverte d'une météorite holosidère dans le lignite tertiaire de Wolfsegg (Salzbourg). Cette trouvaille a donné lieu à de nombreuses discussions. Le fait suivant, relaté par M. Daubrée (1), dont la compétence est bien connue, paraît indiscutable. En creusant un puits à Haniel-el-Beguel au désert, dans le sud de l'Algérie, on a trouvé une météorite à cinq mètres sous le sol, dans des graviers et des cailloux. Cette météorite est holosidère, recouverte d'une croûte, et présente de nombreuses cupules. Elle possède tous les caractères des météorites, et sa chute doit être de date très ancienne ; M. Daubrée croit même qu'elle pourrait être quaternaire.

Graines de Chara dans le dévonien américain (2). — M. Lémon a découvert dans l'étage cornifère, près des chutes de l'Ohio, des fossiles qui ont causé chez tous les spécialistes un étonnement bien compréhensible, quand on saura qu'il ne s'agit de rien moins que de la découverte de graines de *Chara* dans le dévonien, alors qu'on ne les connaissait pas plus bas que le muschelkalk. MM. Brady, Farlow, Allen, Williamson, spécialistes bien connus, sont d'avis qu'il ne s'agit point ici de rhizopodes, d'algues calcaires, de capsules d'œufs de mollusques ou de foraminifères Tous sont unanimes à témoigner de la grande ressemblance des fossiles en question avec les graines de Chara. Cependant, appelés

(1) *Comptes rendus Acad. des sciences*, mai 1889.
(2) *American Journ. of Science and Arts*, mars 1889.

à se prononcer, ils hésitent, à cause de la haute antiquité, de certaines différences avec le Chara, et surtout parce que ces fossiles ont été trouvés dans l'étage cornifère, qui est un étage marin.

Ce ne serait pourtant pas le premier exemple d'habitants de la mer devenant d'eau douce et *vice versa*.

S'il s'agit bien de Chara, on ne pourra s'empêcher d'être frappé de l'analogie de ces graines incluses dans du chert dévonien avec les graines de Chara que renferment les meulières du tertiaire parisien.

Ossuaire de mammifères, antérieur au diluvium (1). — M. Mourlon a découvert à Ixelles une faune intéressante, dans des conditions de gisement toutes nouvelles pour la Belgique. En effet, ces ossements se trouvaient sous le lit de cailloux roulés de la base du limon quaternaire, et chose qui parut tout d'abord surprenante, ils étaient plongés dans le sable éocène (bruxellien). L'étude de cette faune a déjà été commencée par MM. Mourlon et Depauw, et l'on constate qu'elle présente des traits de ressemblance avec celle du *Forest-bed* d'Angleterre.

Les ossements se trouvaient à mi-côte d'une colline, et ne présentaient que peu ou point de trace d'usure par les eaux: souvent même ils étaient en connexion anatomique. Dans le but d'expliquer cette présence bizarre de pareils mammifères dans l'éocène, M. Mourlon se demande si leur enfouissement ne provient pas d'une influence éolienne: car avant le dépôt du limon hesbayen, les vents pouvaient se donner libre carrière sur ces sables découverts. M. Mourlon croit avec raison que cette interprétation pourra donner également la clef de certains problèmes encore non résolus.

Structure de pisolites jurassiques.— La présence dans beaucoup de terrains de corps pisolitiques et oolithiques a toujours intrigué les géologues, et on leur a attribué les origines les plus diverses. La plupart les ont considérés comme dus à des phénomènes de concrétionnement, ou comme des indices de formations coralliaires. Il en est très souvent ainsi, mais il est vrai également que beaucoup de ces oolithes et pisolites sont d'origine animale. Il en est ainsi pour des pisolites que M. Wethered (2) a recueillis dans le bajocien et le corallien. En plaque

(1) *Bull. Acad. Roy. Belg.*, 3e série, t. XVII. 1889.
(2) *Geological Magazine*, 1889.

mince, ces pisolites se montrent composés d'un nucleus entouré de couches vaguement concentriques, formées de très fins tubes vermiformes aux sinuosités les plus capricieuses. M. Wethered fait remarquer avec raison l'analogie que présentent ces pisolites avec les *Girvanella* des calcaires ordoviciens. Cette analogie est telle qu'il n'hésite pas à réunir les deux fossiles dans le même genre *Girvanella*.

Contraction séculaire de la terre. — Comme le fait remarquer M. Davison dans une note très intéressante (1), il est étrange que dans toutes les théories qui ont expliqué la formation des montagnes par le refroidissement et la contraction d'un noyau igné, on ne se soit préoccupé que du noyau igné et de la croûte tout à fait refroidie. On a négligé d'étudier la couche qui est en voie de refroidissement, ainsi que ses relations de part et d'autre, alors que c'est elle qui est le siège des phénomènes.

Les recherches de MM. W. Thomson et Ch. Dana ont montré que, en partant de la surface de la terre et en allant vers le centre, la quantité de chaleur que perd la terre va graduellement en augmentant, passe par un point où elle est maximum, diminue ensuite et finit par devenir nulle.

En discutant les différences qu'éprouvent toutes les couches au-dessus du noyau de la terre, dans les phénomènes de plissement et de contraction, M. Davison arrive à prouver qu'il existe, entre la surface de la terre et la surface de refroidissement maximum, une surface où ces phénomènes sont nuls. Il l'appelle surface de *nulle contraction*. Elle joue dans l'histoire de la terre un rôle important, car les montagnes se forment aux dépens des matériaux qui la surmontent. En se basant sur les chiffres que M. Thomson a déduits de ses études sur le refroidissement de la terre, M. Davison arrive aux conclusions suivantes : Les plissements ont leur intensité maximum à la surface de la terre, et diminuent jusqu'à 5 milles, où ils cessent ; de là jusqu'à 72 milles en profondeur, l'étirement des couches va en augmentant, par tensions latérales, puis diminue graduellement et cesse à 200 milles.

Comme on le voit, les plissements ont leur siège dans une zone très étroite et près de la surface ; c'est une conclusion à laquelle on était déjà arrivé auparavant par l'étude des tremblements de terre.

(1) *Geological Magazine*, 1889.

Liaison des solfatares avec les roches acides. — Dans toutes les régions où le phénomène solfatarien est le plus développé (îles Lipari, Parc National, Nouvelle-Zélande), on remarque, comme l'observe M. de Lapparent (1), que les solfatares sont en connexion avec des roches acides (rhyolithes, liparites, etc). Au contraire, dans les régions où les solfatares sont absentes, comme l'Eifel et l'Auvergne, on ne trouve pour ainsi dire que des roches basiques.

Or les solfatares et les fumerolles doivent être considérées comme le résultat du départ des éléments volatils que contiennent les laves acides. C'est donc grâce à l'abondance de ces éléments volatils que les roches acides, si rebelles à la fusion ignée, ont pu cristalliser avec les caractères qu'on leur connaît.

Origine des roches éruptives (2). — Diverses théories, ne voulant pas admettre l'existence au centre de la terre d'un noyau igné, ont cherché à trouver l'origine des laves dans la chaleur produite, tantôt par certaines réactions chimiques souterraines, tantôt par l'écrasement localisé du sphéroïde terrestre.

Cependant les différences que l'on constate dans l'état d'oxydation des roches éruptives prouvent que ces dernières théories ne sont pas fondées.

Les roches acides sont saturées d'oxygène, et elles n'ont pu s'oxyder que lorsqu'il n'existait pas de croûte terrestre. C'est aux dépens de cette provision primordiale d'oxygène que se sont formées les roches acides ; mais cette provision d'oxygène allant en s'épuisant, on a vu apparaître des types de moins en moins acides et enfin des types franchement basiques.

Glissement des couches à la surface du sol sous l'influence du froid. — Dans presque tous les pays, on a eu l'occasion d'observer que les couches qui viennent affleurer avec une inclinaison quelconque sur des pentes, présentent tout à coup au voisinage de la surface un reploiement marqué dans le sens de la pente. Déjà en 1875, M. Ker à Philadelphie avait expliqué ce phénomène par l'influence du froid, et il comparait la couche superficielle du sol à un véritable " glacier de terre ", descendant les pentes comme les glaciers ordinaires.

(1) Lapparent, *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, t. CVIII, 1887.

(2) *Ibid.*

M. Davison (1) a cherché à expliquer le mécanisme de cette action du froid. Il suppose que les eaux, s'infiltrant à une certaine profondeur sous le sol, se congèlent par le froid et se dilatent en conséquence. Ne pouvant se dilater latéralement, les roches s'étendent vers la surface. Quand le dégel survient, elles se contractent, non plus obliquement et dans le sens primitif, mais verticalement en obéissant à la pesanteur. Elles sont ainsi déviées de leur inclinaison primitive, et par suite d'alternatives successives de gel et de regel, cette déviation va en s'accentuant graduellement. M. Davison a vérifié expérimentalement ses déductions.

Accroissements de cristaux dans des roches ignées, après leur consolidation. — On a eu d'innombrables occasions d'observer des cristaux qui, par toutes sortes d'influences, diminuent et finissent par disparaître dans des roches déjà consolidées ; mais l'observation du cas contraire est un fait beaucoup plus nouveau. M. Judd (2), d'après les études de différents auteurs et les siennes propres sur les roches volcaniques des Hébrides, croit pouvoir affirmer que les cristaux peuvent encore croître après la consolidation des roches. Il a observé de nombreuses sections de feldspaths qui se montrent manifestement formées d'un cristal central et d'une frange présentant un aspect tout différent au point de vue des cassures, des macles et de l'altération. Ce cristal frangeant, toujours plus frais que l'autre, se serait formé aux dépens de la matière vitreuse ambiante ; car lorsque deux cristaux anciens sont contigus, aucune frange ne s'est produite au contact. Il doit s'être écoulé un certain intervalle avant la formation du cristal plus jeune ; car le cristal ancien présente souvent des contours corrodés qui sont alors moulés par la frange.

Le cristal frangeant de feldspath est toujours plus acide que l'autre, et M. Judd compare ce fait aux feldspaths zonaires, dont les couches de plus en plus excentriques sont de plus en plus acides. Ici aussi il n'y a pas transition brusque entre les deux cristaux, mais passage insensible à une plus grande acidité.

Quant à la cause qui aurait produit cette seconde formation de cristaux, voici ce qu'en pense M. Judd. Les roches où il a fait ses observations sont parmi les plus anciennes des Hébrides. Après être restées un certain temps exposées aux influences

(1) *Geological Magazine*, 1889.
(2) *Quaterly Journ. of Geol. Soc. of London*, t. XLV, juin 1889.

atmosphériques, elles ont été réenfouies à de grandes profondeurs par un afflux de laves plus jeunes, et c'est alors que, sous l'influence de la pression et de la chaleur, de nouveaux cristaux ont pu se former.

MINES.

Emploi des explosifs dans les mines à grisou (1). — Le danger de l'emploi de la poudre noire dans les milieux grisouteux subsiste même quand on a recours aux cartouches à eau les plus perfectionnées. Il existe encore avec les diverses espèces de dynamite qui sont aujourd'hui employées couramment dans beaucoup de mines.

Cependant le danger est incomparablement moindre avec les explosifs à base de nitroglycérine; il est même nul quand la dynamite est obligée d'accomplir un travail suffisant. Les expériences faites à Sevran-Livry par la Commission des explosifs confirment sur ce point les vues théoriques de MM. Mallard et Lechatelier. Mais, pratiquement, on ne peut jamais être certain que cette condition est remplie.

D'autre part, la composition des diverses dynamites influe notablement sur leur degré de sécurité, qui varie avec la température de détonation. Le problème qui se pose est de déterminer la composition que devrait avoir un explosif pour présenter pratiquement le maximum de sécurité possible.

On arrive à ce résultat par des mélanges binaires, notamment par l'addition d'une certaine proportion d'azotate d'ammoniaque, qui a pour effet d'abaisser suffisamment la température de détonation pour qu'elle ne puisse enflammer les mélanges grisouteux. La dynamite préparée de cette manière diffère notablement, au point de vue de la sécurité, de la dynamite connue sous le nom de *dynamite à l'ammoniaque*. Celle-ci en effet renferme des substances charbonneuses destinées à accroître la force explosive du mélange.

(1) *Rapport de M. Haton de la Goupillière à M. le Ministre des travaux publics.* COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

La composition de l'explosif n'est pas le seul élément à considérer au point de vue de la sécurité : le mode d'inflammation n'a pas moins d'importance. La mèche dite *de sûreté* présente divers inconvénients, et n'est pas absolument de sûreté, quelles que soient les précautions prises. L'auteur préconise l'emploi des amorces à friction, qui sont déjà appliquées dans la pratique des mines autrichiennes. On peut aussi recourir à des courants d'assez faible tension pour qu'on n'ait pas à craindre l'effet de l'étincelle électrique sur le milieu grisouteux.

La dynamite-grisou (1). — La Société générale pour la fabrication de la dynamite a présenté récemment un nouveau produit, la dynamite-grisou, qui réalise encore un progrès dans la voie de la sécurité.

Cet explosif, en détonant librement dans l'obscurité, ne donne ni flamme, ni lueur. Mais lorsqu'on le fait agir au fond d'un trou de mine et avec des charges un peu fortes, sa détonation est accompagnée d'une faible flamme et d'une gerbe d'étincelles, comme avec la dynamite à l'ammoniaque. Cependant, en présence de mélanges grisouteux, ce produit présente une supériorité manifeste sur la dynamite à l'ammoniaque, ainsi qu'il résulte des expériences faites aux mines de Liévin, où l'on s'en sert couramment. Cela tient évidemment à ce que la température de la flamme est moins élevée.

Bourre de sûreté (1). — Dans un autre ordre d'idées, M. Chalon a cherché à produire l'extinction de la flamme qui accompagne l'explosion à l'aide d'une bourre de sûreté composée d'eau gélatinisée sous forme très consistante au moyen de 1/2 à 1 p. c. d'une matière spongieuse. Pour que ce procédé soit efficace, il faut que l'explosif soit bien enveloppé par la matière qui compose la bourre. On a obtenu de bons résultats en combinant l'emploi de ce système avec celui des dynamites perfectionnées, telles que la dynamite à l'ammoniaque et la dynamite-grisou. L'invention de M. Chalon constitue un réel progrès.

La grisoutite. — Voici encore un nouvel explosif qui attire depuis quelque temps l'attention des ingénieurs en Allemagne, en Belgique et en Angleterre. L'inventeur, M. Müller, de Cologne,

(1) *Comptes rendus de la Société de l'Industrie minérale.*
(2) *Ibid.*

cherche à produire l'extinction de la flamme par la vaporisation de l'eau : c'est donc, au fond, le même principe que celui de de Mac Nab, Settle et Galloway. Mais au lieu d'employer l'eau sous forme liquide dans le bourrage, M. Müller la mélange intimement, sous forme solide, à la substance explosive elle-même.

Il se sert, dans ce but, de sels qui cristallisent avec une certaine proportion d'eau. Il emploie de préférence le sulfate de magnésie, qui est fort stable et peu coûteux. On emploie aussi le carbonate de soude. Le mélange est proportionné de façon que la température des gaz reste en dessous du point d'inflammation du grisou. De nombreuses expériences, exécutées dans les conditions les plus dangereuses de la pratique minière, ont montré les avantages considérables du nouvel explosif au point de vue de la sécurité. Des essais très complets et dirigés avec le plus grand soin ont eu lieu à Schlebusch d'abord, puis à Neun-Kirchen; on a examiné la manière dont se comporte la grisoutite dans les différents cas qui peuvent se produire : teneurs diverses en gaz, présence de poussières de charbons très inflammables provenant de différentes mines, conditions variables de température. On variait en même temps l'importance de la charge et la composition de l'explosif et du sel; celui-ci était tantôt la soude, tantôt le sulfate de magnésie. Les mélanges gazeux, d'autre part, étaient poussés jusqu'au maximum d'explosibilité. On a reconnu, dans ces expériences, un fait assez remarquable : c'est que la température du milieu joue, dans les explosions, un rôle très important. Ainsi, jusque 30°, la grisoutite ordinaire n'a pas donné d'explosion dans les conditions les plus désavantageuses qui puissent se présenter. Il n'en fut plus de même à une température de quelques degrés seulement supérieure à la précédente; et l'on dut, pour miner sans explosion, augmenter la proportion de sel contenue dans le mélange. On opéra ainsi avec succès jusque 35°, qui est bien la température maximum, que l'on ne rencontre, du reste, que très rarement dans les travaux souterrains; une température de 30° est déjà très extraordinaire.

De l'ensemble de ces expériences il résulte que la grisoutite, qui seule jusqu'ici a résisté aux essais les plus sévères, réalise un progrès considérable quant à la sécurité, comparativement à tous les autres explosifs.

Au point de vue économique, cet explosif est moins avantageux que les autres dynamites ; mais, par contre, il est un peu moins coûteux que la poudre comprimée. Sa force varie entre 2 et 2 1/2 fois celle de la poudre. De plus, il n'est pas brisant comme

les dynamites ordinaires ; il convient donc pour l'abatage en veine aussi bien que pour les travaux à la pierre. Son usage, qui est déjà très développé dans le bassin de Sarrebrück, tend à se répandre en Belgique. — Notons que l'inventeur de la grisoutite a imaginé un procédé de mise à feu qui réalise également un réel progrès sur la mèche de sûreté ordinaire. Sa mèche est enveloppée d'un tissu métallique qui remplit le même office que celui des lampes de sûreté : on évite ainsi la projection de la flamme ou des gaz chauds par les déchirures qui peuvent se produire dans l'enveloppe ordinaire. De plus, un appareil allumeur spécial empêche que, lors de la mise à feu, la mèche ne crache par son extrémité de la poudre enflammée. — Une pratique plus longue est nécessaire avant de pouvoir affirmer que la grisoutite, avec la mèche de sûreté et l'appareil allumeur de M. Müller, constituent une solution absolument complète du problème du minage ; mais il est certain, dès maintenant, qu'il y a là un progrès très sérieux réalisé dans l'art si souvent dangereux du mineur (1).

Sonde électrique. — On peut avoir à déterminer le niveau des eaux dans un puits d'une certaine profondeur et inaccessible. C'est le cas notamment pour les puits de mine abandonnés lorsqu'on laisse les eaux envahir les travaux. Voici un appareil très simple et très pratique, que l'on peut employer dans ce cas. Un fil de cuivre, isolé ou même nu, s'enroule sur un tambour en bois de 0^m 50 de diamètre, et vient se souder à une armature en cuivre, concentrique à l'axe et fixée sur l'une des joues du tambour. Cette armature est constamment en contact avec une autre armature identique fixée au bâti et reliée à un galvanomètre, à une pile et finalement à la terre.

Le tambour est installé à 10 ou 12 mètres du puits; le fil, qui vient s'enfléchir sur une poulie placée à peu près dans l'axe du puits, est soudé, à son extrémité libre, à une poire en cuivre remplie de plomb, de manière à obtenir une tension suffisante. Le fil est gradué: il présente un point de soudure tous les 10 mètres ou tous les 5 mètres. — Deux points de repère permettent de constater exactement le passage des points de soudure quand on déroule le fil. Au moment où la poire en cuivre

(1) *Revue universelle des Mines,* décembre 1888 ; février 1889. — *Mémoires des ingénieurs de Louvain,* 1888. — *Bulletins de la Société des ingénieurs de Mons,* tome XX.

atteint l'eau, le circuit est fermé et le galvanomètre marque. On connaît dès lors le niveau de l'eau (1).

Le bassin houiller de Belmez-Espiel (Espagne) (2). — Cette zone houillère est située dans la province de Cordoue, vallée du Guadiato. Elle comprend un certain nombre de couches dont plusieurs sont en exploitation, mais toutes ne sont point reconnues. Leur allure générale est du N-O au S-E, avec une inclinaison qui varie de 45° à 70° et plus.

En général ces couches sont de forte puissance, d'un mètre jusque plus de 40 mètres. Elles produisent des houilles grasses et des houilles sèches, dont la teneur en matières volatiles est comprise entre 23 p. c. et 35 p. c. Ces houilles sont fort grisouteuses. Deux Compagnies exploitent ces mines : la Société des chemins de fer andalous et la Société houillère et métallurgique de Belmez. En 1887, la première a produit 136 000 tonnes, la seconde 110 000 tonnes.

Le mode d'exploitation varie selon les conditions de gisement des couches. Lorsque celles-ci sont de forte épaisseur, avec toit et mur presque verticaux, le déhouillement s'opère par tranches horizontales de 2 mètres prises successivement en montant, les étages se prenant tous les 10 mètres en descendant. Chaque tranche est découpée en massifs par des galeries en direction établies au mur et au toit de la couche, et reliées de distance en distance par des galeries transversales. On procède ensuite à l'attaque des piliers, soit successivement, soit simultanément. Cette méthode, tout en assurant une bonne ventilation, permet d'établir de vastes chantiers de travail et facilite la production. La méthode varie un peu lorsqu'il s'agit de couches de plus faible puissance : les étages sont encore de 10 mètres de hauteur, pris dans l'ordre descendant ; le déhouillement se fait aussi par tranches de 2 mètres, comme dans le cas précédent, mais prises dans le plan de la couche. On commence par la tranche du mur et l'on attaque toute la hauteur de l'étage par une taille chassante.

Dans les deux cas, on remblaie complètement, au fur et à mesure du déhouillement. Les terres sont descendues par des puits à remblais que desservent des balances à câble équilibré

(1) Cet appareil est dû à M. le comte de Néverlée. Nous avons eu l'occasion de l'appliquer à différentes reprises et d'en constater pratiquement l'exactitude et la simplicité.

(2) *Revue universelle des Mines.*

(système Kœpe). Ces balances sont munies d'un frein à bande manœuvré par un garde-frein qui modère à volonté la vitesse de descente. Celle-ci est du reste maintenue constamment au-dessous d'un chiffre déterminé à l'aide d'un régulateur hydraulique à ailettes prenant son mouvement sur l'axe de la poulie supérieure.

Les puits sont muraillés sur toute la hauteur et desservis par des engins d'extraction et d'aérage établis d'après les perfectionnements modernes de l'art des mines. Ces installations sont complétées par des ateliers de triage, lavage, agglomération, et par des fours à coke des systèmes Smet et Coppée. Notons les essais que l'on fait actuellement, dans les travaux intérieurs, de l'appareil Walcher pour l'abatage du charbon (1).

Le bassin houiller de Belmez-Espiel s'étend sur une longueur de 60 kilomètres environ et une largeur moyenne de 2500 mètres. Si l'exploitation n'y a pas pris jusqu'ici un développement en rapport avec la richesse du gisement, cela tient au prix excessif du transport sur les chemins de fer de cette région.

V. Lambiotte.

CHIMIE.

Fixation de l'azote par la terre végétale nue, ou avec le concours de certaines plantes. — Les éléments chimiques qui entrent dans la constitution des êtres organisés ne sont pas fort nombreux. Ce sont surtout le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote ; de là le nom d'*organogènes* qu'on leur a donné. On rencontre à la vérité d'autres corps simples dans le règne végétal et animal, par exemple le phosphore, le soufre, etc., mais dans des proportions beaucoup plus faibles.

Le carbone, l'élément principal des êtres organisés, leur est fourni par l'air atmosphérique ; c'est là que les plantes le prennent pour se l'assimiler et le faire passer de sa combinaison la plus simple, l'anhydride carbonique, à des formes variées et fort

(1) Voir *Revue des quest. scient.*, octobre 1888, p. 643.

complexes. Du règne végétal, ces composés du carbone pénètrent dans l'organisme animal, où ils sont transformés en des combinaisons plus complexes encore. Après la mort de l'animal, ces substances se décomposent rapidement, et le carbone est généralement restitué à l'air atmosphérique sous forme d'anhydride carbonique.

L'hydrogène et l'oxygène qui se trouvent dans les organismes y entrent surtout sous forme d'eau ; l'oxygène est aussi fourni par l'atmosphère, à l'état libre et sous forme d'anhydride carbonique.

Pour les trois éléments que nous venons de mentionner, l'économie de la nature est connue depuis longtemps, mais il n'en est pas de même pour l'azote. On savait bien que ce corps, dont les composés se rencontrent en fortes proportions dans les animaux, leur est fourni par les plantes, et que ces dernières l'enlèvent au sol, en grande partie du moins ; mais les lois de la fixation de l'azote par la terre, ainsi que son assimilation par les plantes, restaient inconnues et soulevaient un problème de la plus haute importance : Comment les composés azotés, qui chaque année sont enlevés au sol par les végétaux, sont-ils régénérés et restitués à la terre ?

Pour comprendre la difficulté de ce problème, il faut se rappeler que l'azote, tel qu'il est assimilé par les plantes, n'est pas l'azote élémentaire, mais l'azote de l'acide nitrique ou nitreux, des nitrates ou des nitrites, de l'ammoniaque ou des sels ammoniacaux, etc. Or une partie très considérable de ces composés assimilés par les plantes et par les animaux restitue continuellement à l'atmosphère son azote à l'état libre. On observe cette mise en liberté surtout après la mort des animaux, pendant la putréfaction ; on l'observe aussi pendant la germination des graines végétales, et enfin, mais dans des proportions très faibles, pendant la nutrition des animaux. Tous ces phénomènes concourent donc à diminuer la quantité d'azote qui se trouve combinée à d'autres éléments dans le sol. Il est vrai qu'une partie de l'azote est rendue au sol par des moyens divers, mais en proportions absolument insuffisantes. Les engrais naturels sont trop pauvres, en général, pour restituer au sol l'azote que la récolte lui a enlevé ; sans compter qu'une partie considérable de l'azote des engrais amenés aux champs ne leur profite pas. En outre, les engrais animaux font souvent défaut, et l'on est obligé d'avoir recours aux composés azotés que fournit la chimie ; or jusqu'ici la science n'a pas encore réussi à utiliser l'azote de l'atmosphère pour pré-

parer en grand ses composés azotés; elle doit donc employer ceux que la nature lui fournit elle-même. Sans doute, la nature est riche, et tient encore des masses énormes de ces composés à notre disposition ; mais ces réserves ne sont pas inépuisables, et le problème que nous posions tantôt demeure tout entier.

Il y a cependant quelques phénomènes naturels qui rendent au sol une partie de l'azote perdu. Ce sont d'abord les orages; on a constaté en effet que la foudre fabrique de l'acide nitrique, mais en quantité beaucoup trop faible. Des observations faites à Montsouris montrent que, pendant l'année 1882-1883, la formation d'acide nitrique due aux orages s'est élevée à 3850 grammes par hectare; or la récolte d'une prairie lui enlève par hectare 50 à 60 kilogrammes de composés azotés. — En 1877, M. Berthelot avait signalé dans l'état électrique normal de l'atmosphère une autre cause concourant à la fixation de l'azote par les principes immédiats des végétaux. Dans les mémoires publiés sur ce sujet (1), il prouve que l'électricité à faible tension, qui se trouve toujours dans l'atmosphère, produit continuellement des composés azotés, mais, encore une fois, en quantité trop faible pour expliquer entièrement comment le sol des forêts et des prairies ne s'épuise pas à la longue par une culture naturelle, et à bref délai par une culture intensive.

Il faut évidemment qu'il y ait d'autres causes encore qui, s'ajoutant aux précédentes, restituent au sol l'azote que lui enlève la récolte de chaque année. M. Berthelot en a trouvé deux : la première est la fixation de l'azote par les terres argileuses nues ; la seconde est la fixation de l'azote par certaines plantes. Ces deux causes, jointes à celles dont nous venons de parler, semblent suffire pour rendre au sol l'azote perdu, du moins quand on ne l'épuise pas outre mesure par une culture intensive. Ces causes nous expliquent en outre l'observation, faite depuis longtemps, qu'un champ laissé en friche retrouve sa fertilité : c'est que l'azote a eu le temps de s'y accumuler. Entrons maintenant dans quelques détails au sujet des recherches de M. Berthelot sur les deux dernières causes.

Il a d'abord étudié le problème de la fixation de l'azote par le sol indépendamment des actions électriques et de la végétation. Les résultats de ses expériences sont exposés dans quatre mémoires dont voici la substance. Dans le premier (2), il étudie la fixation de l'azote sur des terrains presque stériles, des sables

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. X, pp. 51-82; t. XII, pp. 453-467.
(2) *Ibid.*, 6 série, t. XIII, p. 15.

argileux et des kaolins bruts employés à la fabrication de la porcelaine, en ayant soin de varier les conditions d'aération, d'éclairage, d'altitude et de stérilisation. Les résultats de cinq séries d'expériences sont décisifs : on constate que les terrains argileux fixent l'azote de l'atmosphère, et que cet azote n'est pas emprunté aux combinaisons azotées qui se trouvent dans l'air. Ce dernier point ressort surtout des expériences faites en vase clos, dans des flacons bouchés à l'émeri. Cette fixation s'opère non seulement à la lumière diffuse, mais aussi dans l'obscurité. Elle se fait dans toute la masse, et non pas seulement à la surface; la couche supérieure s'est même trouvée toujours la moins riche en azote. Ce fait montre bien pourquoi il est utile de labourer le sol profondément. L'azote ainsi fixé par la terre végétale a été trouvé sous forme de composés amidés complexes, insolubles, de l'ordre de ceux qui existent dans les êtres vivants.

Cette remarque suggérait naturellement l'idée que la fixation s'opère à l'aide de certains micro-organismes; c'est pourquoi M. Berthelot a refait les mêmes expériences sur un sol préalablement stérilisé. Les résultats qu'il a obtenus ont montré clairement, que la fixation de l'azote s'opère en effet par l'intermédiaire de microbes; car en tuant ces organismes, sans rien changer d'ailleurs aux autres conditions des expériences, la fixation de l'azote devient impossible. Quelques chiffres préciseront les détails qui précèdent; ils se rapportent à un kilogramme des divers sols; la fixation s'est faite pendant une saison (d'avril à octobre).

Sol	Azote initial	Azote final		
		Flacons clos (à la lumière)	Chambre close	Prairie
Sable jaune	0,0910	0,1289	0.1179	0,0983
Sable	0.1119	0,1503	0.1639	0,1295
Argile kaolin	0,0210	0,0495	0,0407	0.0353
Kaolin	0,1065	0,1236	—	0,1144

Pour avoir une idée de la masse de ces micro-organismes dans les terres argileuses, M. Berthelot a dosé le carbone organique qu'elles renferment, après en avoir expulsé au préalable l'acide carbonique des carbonates. Il expose ces recherches dans son second mémoire (1). Il résulte des analyses qu'il a faites qu'un

(1) *Ibid.*, t. XIII, p. 74.

kilogramme des divers sols renferme de 1 à 3 grammes environ de matière organique.

Dans son troisième mémoire (1), M. Berthelot examine la fixation de l'azote, non par une terre stérile, mais par la terre végétale. Il arrive encore à la conclusion que l'azote est fixé par la terre, même en dehors de toute végétation. La circulation de l'air et de l'eau semble faciliter l'activité des causes fixatrices, car la fixation est beaucoup plus considérable dans une terre exposée à la pluie.

Enfin, dans son quatrième mémoire (2), il étudie la fixation de l'azote atmosphérique par les terres végétales avec le concours de la végétation. Le résultat de ces expériences peut se résumer ainsi : Même lorsque la végétation est active, pourvu qu'elle ne dépasse pas une certaine limite, les terres végétales s'enrichissent d'azote. En se basant sur l'ensemble de ses expériences, M. Berthelot a essayé, dans un autre travail (3), de déterminer les différentes conditions physiologiques qui, selon lui, sont nécessaires pour que l'azote soit fixé par la terre végétale. Ces recherches sont du plus haut intérêt, mais il est impossible de les résumer en quelques lignes ; nous nous bornons donc à les signaler à ceux de nos lecteurs que la chose intéresse. Nous devons nous borner aussi à donner un aperçu très incomplet des dernières publications de l'éminent chimiste, qui remplissent plus de 200 pages du même recueil (4). M. Berthelot a approfondi dans ces articles la question de la fixation de l'azote opérée par la terre végétale nue, et surtout avec le concours de certaines plantes.

Pour donner une idée de l'étendue de ces recherches, faites en 1888, nous indiquerons brièvement les conditions dans lesquelles les expériences ont été exécutées. M. Berthelot a opéré sur trois terres argileuses différentes, où il a constaté la fixation de l'azote quand elles étaient dépourvues de toute végétation, et après y avoir semé six espèces de légumineuses. Ensuite ces recherches ont été reprises à l'air libre, sous un abri transparent permettant la libre circulation de l'air ; puis dans des cloches de 45 litres, hermétiquement closes ; puis encore dans ces mêmes cloches où l'on faisait passer chaque jour 50 litres d'air purifié ; enfin M. Berthelot a ensemencé certains microbes, qu'il

(1) *Ibid.*, t. XIII, p. 78.
(2) *Ibid.*, t. XIII, p. 93.
(3) *Ibid.*, t. XIV, p. 473.
(4) *Ibid.*, t. XVI, p. 433.

jugeait capables de déterminer la fixation de l'azote. On le voit, le nombre et la variété des expériences ne laissent rien à désirer; et elles ont été suivies de plus de 2000 déterminations analytiques.

Voici quelques-uns des résultats obtenus. C'est tout d'abord la confirmation du fait que certaines terres fixent l'azote atmosphérique. Cette fixation est d'autant plus sensible que la terre, avant l'expérience, est moins riche en azote; si elle en renferme une certaine proportion, l'augmentation est peu appréciable. Parmi les légumineuses que M. Berthelot a employées, se trouve la vesce; les expériences faites avec cette plante à l'air libre sont particulièrement intéressantes. Le gain d'azote s'est montré très considérable; le gain relatif était plus fort pour la terre moins riche en azote, mais le gain absolu était le même que pour les terres plus riches. Chose curieuse, ce n'est pas seulement le sol qui a gagné, c'est encore la plante qui s'est assimilé de l'azote, et cela dans ses parties aériennes presque autant que dans sa racine. Les plantes, par leur partie aérienne, concourent-elles à cette fixation ? M. Berthelot attend, pour répondre définitivement à cette question, les résultats de recherches ultérieures. — Citons en terminant ce résumé la conclusion de M. Berthelot : Une multitude de phénomènes de la plus haute importance pour l'agriculture trouvent leur interprétation dans les différents modes de fixation de l'azote que ces expériences nous ont révélés.

Les alcools naturels et les alcools artificiels (1). — Dans une conférence faite au laboratoire de M. Friedel à la Faculté des sciences de Paris, M. H. Rocques donne un aperçu sur le développement qu'a pris la production de l'alcool dans ces cinquante dernières années, et apprécie en même temps l'évolution de cette fabrication au point de vue de la chimie et de l'hygiène.

M. Rocques divise tous les alcools que le commerce fournit à la consommation en deux classes, les alcools naturels et les alcools artificiels. La première classe comprend les alcools obtenus par simple distillation, et qui sont tous doués d'un bouquet agréable. Il range parmi ceux-ci, avec les alcools fournis par la distillation des sucs végétaux fermentés (tels que le cognac, le marc, le kirsch, l'eau-de-vie de vin, de cidre, etc.), le rhum, le

(1) *Revue scientifique*, t. XLIII, p. 481.

tafia, le whiskey et le schiedam. Les alcools artificiels que l'auteur mentionne sont ceux de mélasses et de betteraves, qui proviennent de substances sucrées, et les alcools de grains et de pommes de terre, que l'on tire de la matière amylacée. Tous ces alcools artificiels reçoivent des bouquets d'emprunt et entrent dans le commerce coiffés de l'étiquette : rhum, cognac, etc.

La fabrication des alcools naturels est fort simple. La pression des fruits donne un jus sucré qu'on soumet à la fermentation. La vinasse qui en provient est ensuite distillée ; l'alcool à 50 degrés qu'on obtient ainsi est très pur, si l'on a eu soin de prendre de bons fruits et de bien diriger la fermentation.

La fabrication des alcools artificiels est plus longue et plus compliquée. Tandis que les alcools obtenus par simple distillation des sucs végétaux ont un bouquet très fin, les alcools artificiels, si l'on excepte quelques alcools de grains, ont une saveur désagréable dont il faut les débarrasser. On les soumet pour cela à une distillation fractionnée, ou à la *rectification*. Pendant cette distillation, on recueille à part les produits qui passent au commencement et à la fin de l'opération ; ils constituent les alcools *mauvais goût de tête et de queue*. Viennent ensuite les alcools *moyen goût :* c'est la partie qu'on recueille immédiatement après les alcools mauvais goût de tête, et celle qui passe immédiatement avant les alcools mauvais goût de queue.

La partie qui distille entre les alcools moyen goût de tête et de queue constitue l'alcool *bon goût*, qui sert à la fabrication des alcools artificiels. Le plus souvent on soumet les alcools moyen goût à une seconde distillation, pour en retirer encore de l'alcool bon goût.

L'alcool bon goût, ou neutre, est ensuite transformé en cognacs, en rhums, etc., par l'addition de bouquets artificiels. On demande ceux-ci, le plus souvent, aux éthers qu'on retire des fruits ou qu'on prépare artificiellement ; ils entrent dans les alcools en proportions minimes : 100 à 150 grammes du bouquet de cognac suffisent à aromatiser 1000 hectolitres d'alcool.

Après avoir exposé brièvement la fabrication des alcools, M. Rocques étudie les alcools naturels et les alcools artificiels au point de vue chimique et hygiénique. Il examine d'abord les matières étrangères qui se rencontrent dans ces deux sortes d'alcools. Ce sont toujours les mêmes quant à leur nature ; il n'y a de différences que dans leur quantité. On y rencontre surtout les aldéhydes, notamment l'aldéhyde acétique ; les alcools supérieurs, spécialement l'alcool amylique ; puis différents

acides, tels que l'acide acétique. La formation de ces produits accessoires dépend de la qualité des fruits employés, et surtout de la marche de la fermentation. Si l'on compare les impuretés des alcools naturels avec celles des alcools artificiels, on voit que ces derniers sont plus purs que les alcools naturels, pourvu que la rectification ait été bien faite, et qu'on n'ait employé que les alcools bon goût. L'emploi des alcools moyen goût, devant lequel malheureusement on ne recule pas, donne au contraire des alcools artificiels beaucoup moins purs que les alcools naturels.

La question hygiénique qui se présente ici : Faut-il donner la préférence aux alcools naturels ou aux alcools artificiels ? est des plus importantes. L'alcool éthylique, ou l'alcool ordinaire, quand il est exempt d'eau, coagule l'albumine : c'est un fait bien constaté ; il constitue donc un poison relativement violent. Mais les alcools supérieurs sont plus toxiques encore. Voici quelques chiffres qui le prouvent :

	Doses toxiques moyennes	
	État pur	État de dilution
Alcool éthylique	8,0 gr.	7,75 gr.
Alcool propylique	3,9 „	3,75 „
Alcool butylique	2,0 „	1,85 „
Alcool amylique	1,7 „	1,50 „
Aldéhyde	1 à 1,25 gr.	

Les quantités toxiques indiquées dans ce tableau correspondent à un kilogramme de la substance de l'être consommateur; en 24 ou 36 heures, elles entraînent la mort, qui survient après un abaissement graduel de la température du corps. Des expériences, faites surtout par MM. Magnan et Laborde, ont permis de constater que les impuretés qui contaminent les alcools de consommation sont plus toxiques que l'acool éthylique lui-même; que les alcools naturels sont moins toxiques que les alcools artificiels avant la rectification, mais plus toxiques que les alcools bon goût. Les alcools artificiels bien préparés sont donc, au point de vue hygiénique, préférables aux alcools naturels; dès lors leur production, qui s'accroît d'année en année, ne doit pas nous alarmer. Vers 1840, la production annuelle d'alcool s'élevait à environ 800 000 hectolitres, dont 87 000 hectolitres seulement de la catégorie des alcools artificiels. Bientôt les maladies des vignes modifièrent complètement cette production;

et à l'heure qu'il est, la proportion qui existait autrefois entre les alcools naturels et artificiels est renversée. M. Rocques nous donne pour l'année 1885 les chiffres suivants :

Production totale : 1 893 721 hectolitres, dont 1 807 666 hectolitres d'alcools artificiels et 86 055 hectolitres seulement d'alcools naturels. Encore cette faible quantité d'alcool naturel qui entre dans le commerce n'est-elle certainement pas préférable, en général, aux alcools artificiels; et trop souvent, une négligence extrême dans la préparation fait de ces alcools naturels des boissons vraiment redoutables.

Propriétés du vin soumis à l'action de l'électricité. — M. Flavio Mengarini étudie, dans la revue *Gazzetta chimica* (1), l'action de l'électricité sur le vin. Ce travail, fort intéressant, a été résumé dans le bulletin de la Société chimique de Berlin (2). Voici ses conclusions : Quand on soumet le vin à l'action de l'électricité en observant certaines précautions, on lui communique un bouquet tout à fait caractéristique et différent de celui qu'il acquiert en vieillissant. Pour que ce bouquet soit vraiment agréable, il ne faut pas que l'action de l'électricité se prolonge trop longtemps. La durée utile de cette action varie pour les différentes sortes de vins; on opère donc d'abord sur un échantillon, pour déterminer exactement le temps qu'il faut soumettre le vin qu'on veut améliorer à l'action de cet agent; quand on dépasse la mesure, le bouquet devient désagréable et diminue la valeur du vin. Les recherches faites sur les vins électrisés ont montré qu'ils n'avaient rien perdu de leur richesse alcoolique, qu'ils contenaient à peu près les mêmes acides et en même quantité, mais que les matières extractives avaient diminué. La matière colorante est à peine changée par l'influence de l'électricité, et en cela l'auteur corrige les observations faites autrefois. L'importance de l'action de l'électricité consiste surtout, selon M. Mengarini, dans le fait capital que les vins électrisés se conservent beaucoup mieux, et que l'électrisation remplace avantageusement les opérations nombreuses auxquelles il faut soumettre beaucoup de vins pour les préparer à supporter le voyage.

Sur la densité de la vapeur et sur le poids moléculaire du chlorure d'aluminium. — Jusqu'à ces derniers temps, la formule moléculaire du chlorure d'aluminium généralement

(1) *Gazz. chim.*, XVII, p. 162.
(2) *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, XXII, Ref. p. 95.

adoptée était $Al_2 Cl_6$. On se basait sur des déterminations de la densité de vapeur remontant à une vingtaine d'années et dues à MM. Henri Sainte-Claire Deville et Troost. Ces chimistes trouvèrent, en employant la méthode de Dumas, que la densité de la vapeur du chlorure d'aluminium à 350° et à 440° était en moyenne 9,35. Si l'on adopte la formule $Al_2 Cl_6$, la densité devrait être 9,27. On était donc fondé à admettre cette formule moléculaire, au moins pour les températures que nous venons de mentionner. Mais cette conclusion soulevait une autre question : fallait-il regarder la molécule $Al_2 Cl_6$ comme analogue à la molécule du chlorure d'éthyle $C_2 Cl_6$, dont la formule de structure est $Cl_3C. C Cl_3$? Dans ce cas, l'aluminium devrait être considéré comme tétravalent. Or toutes les autres propriétés de ce métal le rangent parmi les éléments trivalents, et il est peu probable qu'il soit en outre tétravalent. De plus, la place que l'aluminium occupe dans le système périodique des corps simples, tel qu'il a été proposé par M. Mendelejeff et développé par M. L. Meyer, ne permet guère d'admettre, pour les combinaisons de l'aluminium, une structure moléculaire qui supposerait cet élément tétravalent. D'autre part, si l'on pouvait établir la trivalence de l'aluminium, on devrait considérer la molécule $Al_2 Cl_6$ comme une polymérisation de $2AlCl_3$. Ce n'est donc pas le seul désir de connaître le poids moléculaire du chlorure d'aluminium qui a poussé dans ces derniers temps beaucoup de chimistes distingués à reprendre les travaux de MM. Deville et Troost ; c'est surtout le problème de la valence de l'aluminium qu'ils ont tâché de résoudre. Aussi ne se sont-ils pas contentés d'interroger la combinaison de ce métal avec le chlore; mais ils se sont encore adressés à ses composés organométalliques.

Dans un article *Sur les formules des chlorures d'aluminium et de métaux analogues*, M. Sydney Young, après avoir donné les résultats des déterminations de densité pour les combinaisons de l'aluminium, conclut ainsi : L'évidence en faveur de l'existence des molécules $Al_2 R_6$ est manifeste ; mais il est probable qu'à des températures fort élevées ces molécules subissent une dissociation, en sorte que $Al_2 R_6 = 2 Al R_3$.

Nous ne pouvons accepter sans réserve cette manière de voir. Sans doute, les nombres obtenus par MM. Friedel et Crafts pour la densité du chlorure d'aluminium se rapprochent beaucoup de la densité théoriquement requise par la formule $Al_2 Cl_6$; mais il ne faut pas perdre de vue que ces densités sont prises seulement jusque un peu au-dessus de 400°. Or les déterminations

faites par MM. Nilson et Petterson montrent qu'à des températures plus élevées, à partir de 750°, les densités indiquent, même pour le chlorure, une formule moléculaire $Al R_3$. D'autre part, si nous examinons les combinaisons de l'aluminium avec des groupements organiques, l'existence des molécules AlR_3 devient plus évidente encore. Les nombres obtenus par MM. Louïse et Roux pour le composé éthylique, et que M. Young donne aussi dans son article, conduisent sans aucun doute à la formule $Al (C_2 H_5)_3$. La densité trouvée par MM. Louïse et Roux pour le composé méthylique, ainsi que les résultats obtenus par MM. Buckton et Odling sont, il est vrai, à peu près d'accord avec la densité théoriquement requise par la formule $Al_2 (CH_3)_6$; mais, et nous insistons sur ce fait, cette densité n'est obtenue qu'à une température voisine de celle où la substance se volatilise. Or, de même que les lois de Boyle et de Gay-Lussac ne s'observent, dans les vapeurs, que quand elles s'éloignent suffisamment du point d'ébullition du liquide qui les fournit, c'est-à-dire quand on se trouve en présence de l'état gazeux plus ou moins parfait, de même l'hypothèse d'Avogadro-Ampère cesse de s'appliquer aux vapeurs prises dans le voisinage immédiat du point d'ébullition du liquide. Aussi les observations faites par MM. Louïse et Roux, ainsi que celles de MM. Buckton et Odling, nous montrent-elles que, plus on s'éloigne de la température de l'ébullition, plus la densité se rapproche du nombre 2,48, exigé par la formule $Al (CH_3)_3$. Si ces résultats pouvaient laisser encore un doute sur la trivalence de l'aluminium dans les composés que nous venons de mentionner, les travaux tout récents que nous allons signaler sont de nature à le faire disparaître.

Citons d'abord le travail de M. Fr. Quincke (1), élève de M. V. Meyer, qui a repris, sous la direction de cet excellent maître, la détermination de la densité du composé méthylique. Les travaux que nous avons rappelés tantôt établissaient suffisamment que, pour des températures de beaucoup supérieures à 130°, point d'ébullition de la substance, la densité va en diminuant pour se rapprocher de la densité requise par la formule $Al R_3$. D'autres essais, faits par M. Grünewald, et qui comprenaient des températures depuis 147° jusque 340° avaient conduit à la même conclusion et confirmé les recherches de MM. Louïse et Roux et celles de Buckton et Odling. M. Quincke s'est donc borné à déterminer la densité de la vapeur à 140°, ou à 10°

(1) *Zeitschrift für Physik.* Chemie III, 164.

seulement au-dessus du point d'ébullition de la substance. Son but était de voir si, du moins à cette température, la densité est telle que l'exige la formule $Al_2 (CH_3)_6$. Voici le résultat de dix opérations, exécutées avec beaucoup de soin : à 140° déjà, la densité est de 20 pour cent plus faible que ne le demande la formule $Al_2 (CH_3)_6$. On doit donc conclure que ces molécules n'existent pas, et qu'il faut par conséquent attribuer au composé méthylique la formule $Al (CH_3)_3$. — Un autre fait, plus favorable encore à la trivalence de l'aluminium, nous est fourni par les recherches de M. Alphonse Combes (1), exécutées au laboratoire de M. Friedel. M. Combes a préparé l'acétylacétonate d'aluminium, dont la formule est $[Al (C_5 H_7 O_2)_3]_n$. Il le décrit comme un corps blanc, qui fond à 194° et qui bout sans décomposition à 315°. Son analyse élémentaire prouva que le corps était tout à fait pur. M. Combes a pris la densité de sa vapeur dans une atmosphère d'azote pur à la température d'ébullition du mercure, c'est-à-dire à 43° seulement au-dessus du point d'ébullition de la substance. Les chiffres obtenus sont 325,5 et 324,2; la densité requise par la formule $Al (C_5 H_7 O_2)_3$ exigeait 324,5. On voit donc que pour l'acétylacétonate la molécule $Al_2 (C_5 A_7 O_2)_6$ n'existe pas non plus. Ces dernières expériences sont tout à fait concluantes, car grâce à l'heureux choix du composé, il était relativement facile d'obtenir un produit pur, que l'ébullition ne dissocie pas et dont la décomposition peut se constater aisément. Il semble donc qu'il faille conclure de tout ceci que l'aluminium, dans ses différentes combinaisons, agit comme trivalent; sa tétravalence ne repose jusqu'ici sur aucune donnée solide.

H. De Greeff, S. J.

GÉOGRAPHIE.

Voyage d'exploration à travers le Sahara occidental et le sud marocain (2). — Pour accomplir son périlleux voyage, M. Douls aborda la côte africaine à Garnet-Cap, entre le cap

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. CVIII, p. 405.

(2) Camille Douls, *Voyage d'exploration, etc.*, Bulletin de la Société de Géographie de Paris, 1888, pp. 437-479.

Bojador et le Rio de Ouro. Quoique déguisé en musulman, il fut fait prisonnier par les Oulad-Delim, la tribu la plus redoutée du Sahara occidental à cause de ses instincts pillards et féroces. Après douze jours de captivité, il fut agréé comme " frère „ dans le clan, et put parcourir avec sa nouvelle famille les steppes encore inexplorées des Maures nomades.

Il franchit 500 kilomètres d'un pays assez ondulé, avant d'atteindre la limite orientale de ces steppes. La contrée confine au Grand-Désert sur une étendue d'un degré et demi de longitude (de 24° 30′ à 25° environ); elle est couverte de collines sablonneuses, d'accès difficile, dont les intervalles, nommés *Ouâdis*, présentent pendant l'hiver une végétation mise à profit par les nomades pour le pacage de leurs troupeaux.

La partie du Grand-Désert voisine des Ouâdis est la dépression du Sahara appelée le *Djouf* par les géographes anglais et espagnols. Cette région est inhabitable. Des vents incessants soulèvent le sable avec violence; les tourbillons qu'ils forment creusent le sol et lui donnent l'aspect d'une véritable mer pétrifiée. Arrêtés par les dunes des Ouâdis, ces ouragans sablonneux n'envahissent pas les steppes du Sahara occidental, où les pluies font éclore une végétation au milieu de laquelle une grande quantité de lièvres, de gazelles, d'antilopes et d'autruches viennent prendre leurs ébats.

M. Douls, dont l'itinéraire n'a pas dépassé le tropique du Cancer, a suivi la ligne des Ouâdis pour remonter au nord jusqu'à la Sebkha de Zemmour. Cette Sebkha est probablement située un peu au nord du 25° parallèle; on croit qu'elle n'est pas exploitée. Le sel s'y trouve en couches très minces; l'eau y croupit dans les bas-fonds pendant une partie de l'année.

De Zemmour vers le cap Bojador, l'eau fut moins rare et beaucoup plus potable. Dans la région du cap connu par les Maures sous le nom de *Kddâ*, on rencontre de nombreux puits et, comme dans tout le Sahara occidental, de fréquentes dépressions, les seules parties fertiles des steppes.

Au nord du cap Bojador se trouvent les *Matillos*, hautes dunes de sable, qui s'étendent sur une longueur de 100 kilomètres environ, entre le 27° parallèle et l'embouchure du Saguiat-el-Amra, rivière dont le cours est de soixante-dix lieues.

A 350 kilomètres de la côte commence la pente d'El Hamada, dont les versants sont riches en acacias et en jujubiers. A l'est d'El Hamada, et à l'altitude de 395 mètres, se trouve l'oasis de Tindouf, simple bourg de 200 maisons, il est vrai, mais centre

commercial important, où convergent les grandes artères du N-O de l'Afrique. Oscar Lenz est le premier Européen qui l'ait visitée.

De Tindouf, le voyageur se mit en marche vers l'ouest sur le cap Juby, où les Anglais possèdent une factorerie.

Vers 28° 15' lat. N finissent les collines et coule l'Ouad-Chebika, large de plusieurs kilomètres et encombré d'une forêt de roseaux et d'arbustes.

A une journée au nord de l'Ouad-Chebika, on rencontre l'Ouad-Draa: elle est la plus importante de toutes les rivières du Sahara occidental, parce qu'elle est la seule qui ait de l'eau courante toute l'année, et que son cours, fort long, sert de frontière entre les nomades et les sédentaires, entre le Sahara et le sud marocain.

L'Ouad-Draa forme la limite méridionale du territoire de l'Ouâd-Noun. Là, sous prétexte d'aller chercher en Turquie la dot destinée à l'achat de sa future épouse, M. Douls se sépara des Oulad-Delim. Il se dirigea sur Glimin, capitale de l'Ouâd-Noun. C'est un marché très important et tête de ligne de caravanes; comme dans toutes les cités marocaines, les Juifs y occupent un quartier spécial et jouissent du monopole de l'industrie et du grand commerce.

A trois heures de marche au nord de Glimin est la frontière du Souss et de l'Ouâd-Noun; les montagnes du Ait-Bou-Amran forment, de l'est à l'ouest, les confins naturels entre les deux États. Les habitants de l'Ouâd-Noun servent d'intermédiaires entre les nomades et les Berbères du Souss. En 1886, ils ont fait, comme ces derniers, soumission complète au sultan du Maroc; c'est depuis cette date que l'empereur voit sa puissance s'étendre jusqu'aux confins du Sahara.

Les montagnes du Souss, qui forment en grande partie le contrefort de l'Anti-Atlas, sont très riches en minerais, surtout de plomb et de cuivre.

M. Douls se dirigea vers Aglon et termina son itinéraire à Agidir, point extrême au sud du Maroc, où les Européens peuvent parvenir en sécurité.

Dans le Sahara occidental, la saison des pluies règne en octobre et en novembre. Le pays change alors d'aspect en quelques jours : d'aride qu'il était, il devient verdoyant. Pendant huit mois de l'année, les vents N-N-E soufflent dans la région du cap Bojador; d'octobre à février, les vents du désert soulèvent les sables et alourdissent l'atmosphère. Le mirage est fré-

quent dans la région des dunes. Les écarts de température y sont considérables : de janvier à mai, la température diurne est en moyenne de 27° C; pendant la nuit, à cause de la radiation intense, le thermomètre descend à + 4° C.

Nous résumerons ici les données ethnographiques fournies par M. Douls sur les nomades.

Les Maures du Sahara sont le mélange de trois races bien distinctes : les Berbères autochtones, les Arabes conquérants, et enfin l'élément nègre, qui est venu s'ajouter par les esclaves. Généralement le mélange des clans a eu pour corollaire la disparition des types primitifs.

Le Maure nomade a pour caractères généraux une taille élevée et maigre, la poitrine peu développée, les membres secs et nerveux, la face osseuse et allongée, le nez aquilin, les yeux bien fendus, les oreilles minces, les lèvres ténues, les dents supérieures longues et écartées, les mains courtes, les pieds peu cambrés, le bassin développé, la barbe rare et la peau très brune.

L'instruction et l'intelligence tenue sans cesse en éveil par la vie d'aventures, ont un développement qui contraste avec le caractère des Musulmans sédentaires de l'Afrique septentrionale. Le fanatisme est alimenté par l'étude du Coran et de ses commentaires.

Seuls de leur race, les nomades ont conservé à peu près intactes les traditions et l'homogénéité de la tribu; mais la vie sauvage du désert, caractérisée par des privations et des dangers continuels, a développé leurs instincts farouches, en les rendant ennemis de l'agriculture et du commerce des villes et des grands centres; il en est résulté une ligne de démarcation très tranchée entre eux et leurs frères sédentaires.

Le Maure est pillard par nature, tout en étant généreux et surtout hospitalier. Il est plein de condescendance pour sa femme et ses enfants. Les deux sexes partagent les mêmes fatigues et les mêmes travaux. La femme, qui jouit d'une grande liberté, est presque placée sur un pied d'égalité avec l'homme.

La tente du nomade offre ce spectacle, peut-être unique parmi toutes les races de l'Islam, d'une famille unie, où la mère partage, avec le chef de la communauté, la sympathie et le respect des enfants et des serviteurs.

Au point de vue social et politique, les Maures nomades sont divisés en clans ou tribus; mais ils sont indépendants et ne reconnaissent aucune autorité effective. En cas de conflit, ils prennent pour arbitre un saint personnage, dont ils acceptent la

décision, ou ils s'en réfèrent à l'autorité des chefs sédentaires du pays.

Les nomades ne vivent que de leurs troupeaux, composés de chameaux, de chèvres et de moutons; des chiens en sont les gardiens vigilants.

L'insuffisance d'eau et de pâturages est la raison de leurs courses vagabondes à travers les steppes du Sahara occidental.

Le Pamir (1). — On se rappelle le remarquable travail sur cette Suisse asiatique publié par le R. P. Vanden Gheyn dans la livraison d'octobre 1883 de la *Revue des questions scientifiques*.— Dans ces derniers temps, les événements politiques et les explorations des voyageurs ont modifié sensiblement la physionomie du pays.

Tous les petits États groupés dans la partie méridionale du Pamir, Rouchan, Chougnan, Wakhan, Badakchan, avaient été conquis par les troupes de l'émir de Caboul. D'après des informations récentes venues du Turkestan, ces États ont reconquis leur indépendance : les gouverneurs afghans ont été chassés et les anciens souverains indigènes ont repris possession de leurs trônes. Si ces faits sont exacts, l'Asie centrale sera de nouveau le théâtre de tiraillements et de luttes sanglantes, d'où sans nul doute l'Afghanistan sortira vainqueur.

Deux explorations importantes viennent d'être dirigées vers le Pamir. Les voyageurs français Bonvalot, Capus et Pépin ont franchi les masses pamiriennes pour se rendre du territoire transcaspien dans les Indes. Les péripéties de leur longue et périlleuse ascension sont consignées dans un livre fort intéressant (2).

Du côté de la Russie, qui semble désireuse de connaître tous les recoins de cette contrée asiatique, le capitaine Gronbtchevsky a fait, dans le courant de 1888, un voyage de Marghelan à Hounza, à travers le Pamir. Son principal but était la solution de problèmes ethnographiques.

Après avoir gravi facilement les premières marches pamiriennes, le savant officier a suivi le chemin qui relie le lac Kara-Kul à l'Ak-su ou Murghab supérieur. Au delà de la jonction de cette

(1) Revue de géographie de Ludovic Drapeyron, janvier 1889 : *Général Venukoff*. — Comptes rendus des séances de la Société de géographie de Paris : *Général Venukoff et M. Capus*, 4 janvier, 15 février et 5 avril 1889.

(2) *Du Caucase aux Indes à travers le Pamir*, par Gabriel Bonvalot. 1 vol. in-8°, 1888.

rivière avec l'Istyk, il fut arrêté quelque temps par les agents chinois, mais il reprit bientôt sa route par les vallées de l'Ak-su, du lac Tchakmaktyn-kul et de la Wakhan-daria. Là de nouveaux ennuis l'attendaient. Un détachement de troupes afghanes voulut l'arrêter. Poursuivi vers le sud, dans la vallée de l'Ak-saï, originaire de l'Hindou-Kouch, le capitaine Gronbtchevsky ne trouva qu'un moyen de sortir de cette position critique : il attaqua de nuit le campement de ses ennemis, et les fit tous prisonniers. Ils ne furent congédiés qu'après lui avoir indiqué les routes qui mènent à Hounza et l'avoir même conduit jusqu'à un passage des monts Kanjout.

L'explorateur a parcouru toute la vallée de Kanjout jusqu'à 75 verstes de Gilgit. C'est un vrai pays de sauvages. Les Kanjoutis, chez qui il séjourna quarante jours, forment une peuplade de voleurs, pillant les caravanes, trafiquant de la vie humaine et vivant du commerce des esclaves. La population est brave et garde depuis des temps fort reculés son indépendance politique.

La première partie du voyage se termina à Nagir, sur le territoire indien, où la caravane arriva, harassée, après une marche fort pénible.

Pour le retour, on suivit une autre route. L'expédition traversa notamment les glaciers du gigantesque massif du Muztagh, qui est le point de jonction de l'Hindou-kouch et de l'Himalaya. Le Godwin-Austen, son principal sommet, est la plus haute montagne du globe après le Gaurisankar (1). On explora particulièrement le Raskun-daria, rivière peu connue, et une grande étendue des pentes orientales du massif. Le thermomètre marqua — 30° C.

Après avoir exploré le Pamir Taghtounbach, arrosé par le Toun, qu'elle ne perdit guère de vue, la colonne atteignit le Yarkand-daria par 37°50′ N environ. Elle reprit sa marche en avant, en passant, entre Taschkurgan et Yanghi-hissar, au pied du Mus-dagh-ata (pic de Tagharma), et arriva à Ouch, dans le Ferghana, non sans avoir supporté des fatigues et des privations excessives.

Ce voyage a des conséquences importantes. Il nous fait connaître le Raskoun, le Kanjout, etc., qui constituaient une région inconnue sur la carte de l'Asie centrale, et il nous permet de substituer des signes topographiques vrais à des chaînes de monta-

(1) Le Gavrisankar mesure 8840 mètres.

gnes fantaisistes et à des fleuves imaginaires, ou du moins sur lesquels on n'était renseigné que par ouï-dire.

Il y a là aussi des éléments de revision pour les deux belles cartes du Pamir, rédigées en français et publiées en 1888 à Saint-Pétersbourg, l'une par un savant cartographe russe, le colonel Bolcheff, l'autre par M. Nicolas Romanoff, qui n'est autre que le grand-duc Nicolas Mikhaïlowitch, cousin de l'empereur de Russie. La carte de M. Romanoff, imprimée en couleurs à l'échelle de 1 260 000e, est la reproduction française de la carte russe de M. Bolcheff, corrigée et complétée d'après les matériaux récents. Au point de vue purement géographique, ce document présente cette particularité, qu'on y voit tracée, pour la première fois, la route suivie par M. Groum-Grjimaïlo, un des plus infatigables explorateurs russes du Pamir. Il est regrettable que cette carte, insérée dans un Mémoire sur les Coléoptères, ne se trouve pas dans le commerce.

Les Anglais à Bornéo; les débuts d'un nouvel empire colonial (1). — L'édifice colonial anglais est immense. Il ne cesse de s'accroître, grâce aux efforts du gouvernement et à l'initiative hardie de puissantes sociétés financières auxquelles on a accordé des chartes d'incorporation. Pour faire connaître l'œuvre accomplie par les sujets britanniques, il suffit de citer les Compagnies des Indes, du Bas-Niger, de l'Afrique orientale et du nord de Bornéo.

L'île de Bornéo, la plus grande île du monde après la Nouvelle-Guinée, est de forme triangulaire; sa superficie est de 740 000 kilomètres carrés; c'est une fois et demie la superficie de la France. Les côtes ont un développement de 6400 kilomètres.

Les terres de l'intérieur ne sont guère connues. On sait qu'elles sont boisées, montagneuses et traversées, à une dizaine de lieues de la mer des Philippines, par une grande chaîne de montagnes, où se dresse à 3000 mètres le mont Kina Balu.

Les oscillations thermométriques normales sont de 22° C le matin à 32° C le soir. Grâce aux brises marines, la température n'est jamais supérieure à 35° C à l'ombre.

Quelques fleuves sont assez importants : au sud-ouest le Kapœas, long de 800 kilomètres; au sud, le Mahakbam et le Barito ou Banjer; le cours de ces deux fleuves est de 960 et de

(1) Joseph Chailley. *Économiste français*, 19 janvier et 2 février 1889.

920 kilomètres. A l'époque des crues, les eaux du Barito (son delta est de 2000 kilomètres carrés) vont rejoindre celle du Kapœas, et couvrent une surface de plus de 30 000 kilomètres carrés.

Les Hollandais visitèrent Bornéo en 1521, puis en 1598; leur occupation définitive, qu'ils restreignirent à la partie méridionale de l'île, ne date que du commencement de ce siècle.

En 1812, les Anglais se fixèrent à Pontianak et à Bandjermassin. Débordé par les révoltes qui éclataient dans le Sarawak, le sultan de Brunéi, dont le territoire, situé au nord-ouest de Bornéo, était fort étendu, appela à son secours, en 1839, un ancien officier de l'armée des Indes, sir James Brooke. Celui-ci se rendit si populaire dans le pays, que le sultan lui céda en toute propriété le district de Sarawak. En 1865, nouvelle cession de territoires, consentie par le rajah de Brunéi, à une Compagnie américaine. Celle-ci échoua dans son entreprise et abandonna ses droits à une société anglaise, qui acquit de nouveaux districts en 1877 et 1878, et obtint en 1881, du cabinet de Saint-James, une charte d'incorporation. C'est ainsi que fut fondée la *British North Borneo Company.*

Dans ces derniers temps, le protectorat britannique a été établi sur ces deux derniers territoires et sur le sultanat de Brunéi. C'est une nouvelle grande colonie dans l'orbite de l'influence de l'Angleterre.

L'étendue des possessions hollandaises est de 540 000 kilomètres carrés, peuplés par 1 070 000 habitants; celle des possessions anglaises est de 201 000 kilomètres carrés, comptant 630 000 âmes; Sarawak, 98 000 kilomètres carrés et 300 000 habitants; British North Borneo, 65 000 kilomètres carrés, et 250 000 habitants; Sultanat de Brunéi, 38 000 kilomètres carrés et 80 000 habitants.

La position géographique de Bornéo, située à égale distance (6 jours) de Hong-Kong, de Singapour et de l'Australie, et ses grandes richesses naturelles, en font une possession de haute valeur. La végétation est luxuriante; les forêts, fort nombreuses, sont formées d'espèces recherchées; les métaux, surtout l'or, ne manquent pas; il y a peu de temps même, on a découvert sur les côtes nord-est et nord-ouest d'importants gisements carbonifères.

La mise en exploitation de toutes ces richesses, basée sur un sage système d'administration et de colonisation, est aussi remarquable que la conquête, qui ne coûta ni expédition militaire, ni difficultés diplomatiques.

Le succès obtenu à Sarawak ne peut servir de modèle. Le rajah, sir James Brooke, dont la gestion fut éclairée, bienfaisante et économe, était son seul maître; il n'avait à consulter ni Parlement, ni assemblée d'actionnaires. Il n'en était pas de même pour la British North Borneo Company. " Ses directeurs dépendaient somme toute des capitalistes. Il leur fallait d'abord inspirer confiance, attirer à eux les capitaux et les intéresser à leur entreprise; ensuite, sinon dès le début, du moins à brève échéance, apporter des résultats satisfaisants, sous peine de se voir retirer leur appui ". Ils réussirent pleinement.

La Société, reconnue en 1881, par une charte qui lui accordait pleins pouvoirs, fut fondée en 1882 au capital de 50 millions de francs, répartis entre 100000 actions de 500 francs chacune. Aussitôt on s'occupa du personnel administratif; le choix, tant des gouverneurs que des agents subalternes, fut fort sévère. Et comme le pays à coloniser était presque désert, on dut songer à l'élément travailleur. Les Chinois étaient tout indiqués. Pour toutes ces choses indispensables, le gouvernement anglais accorda largement son appui à la Compagnie.

La Société n'a jamais eu l'idée d'accaparer pour elle-même d'immenses territoires qu'elle eût été incapable de mettre en valeur. Elle a commencé par offrir aux nouveaux venus de grandes quantités de terrains, à des prix très acceptables, une livre sterling ou une livre et demie l'acre de 40 ares. Puis, sans courir le moindre risque, elle est entrée en pourparlers avec des capitalistes anglais; ces capitalistes, jouant vis-à-vis d'elle le rôle de sous-entrepreneurs, ont fondé des Compagnies auxiliaires, pour la culture du tabac, pour la culture de la canne à sucre, pour l'exploitation des forêts, pour l'organisation d'une banque, pour l'exploitation des mines d'or, etc. Ces Compagnies sont presque toutes prospères; il en est de même de la Compagnie-mère, la British North Borneo Company, qui a droit à une part des bénéfices.

Ce système de colonisation par de grandes Compagnies qui subdivisent l'entreprise, risques et bénéfices, entre d'autres sociétés secondaires, est excellent. Il a été appliqué en France, par Richelieu et par Colbert, avec la sanction de Louis XIII et de Louis XIV.

F. Van Ortroy,

lieutenant de cavalerie.

VERTÉBRÉS.

—

Les Sélaciens fossiles (1). Après les remarquables catalogues de MM. G. A. Boulenger et R. Lydekker, le British Museum vient encore de faire paraître un nouveau volume d'un haut intérêt et de grande importance. C'est le catalogue des Élasmobranches fossiles, dû à M. A. S. Woodward, l'excellent et infatigable palæichthyologiste. Nous nous proposons de le résumer dans les pages qui vont suivre.

Depuis le temps d'Aristote et de Pline, dit M. Woodward, les Poissons dont le squelette est cartilagineux ont été plus ou moins nettement séparés de ceux dont la charpente est constituée par de véritables os. Et lorsque Willughby et Ray inaugurèrent l'ère moderne de l'ichthyologie, en 1686, ils désignèrent comme *Pisces cartilaginei* les lamproies, les raies, les requins et les esturgeons. En 1738, Artedi confirma cette classification et créa, pour les animaux prémentionnés, l'ordre des *Chondroptérygiens*. Ultérieurement, Linné y ajouta quelques genres, tels que *Lophius, Ostracion* et *Syngnathus,* et proposa pour cet ensemble de Poissons le nom *d'Amphibia nantes*. Quelques années plus tard (1798), Lacépède retourna à la conception d'Artedi, mais transforma le terme Chondroptérygiens en celui de Poissons cartilagineux.

En 1806, Constant Duméril, élève de Lacépède, suivit son professeur en distinguant deux groupes dans les Poissons cartilagineux, suivant que ceux-ci étaient pourvus ou non d'un opercule. Les premiers furent appelés *Chismopnés* (ce sont les chimères); les seconds *Trématopnés,* et divisés en *Cyclostomes* (lamproies) et *Plagiostomes* (raies et requins).

En 1817, Georges Cuvier, dans son célèbre *Règne animal*, ajouta les Chimères aux Plagiostomes et les appela *Sélaciens*. Entre 1832 et 1841, Bonaparte renomma ces derniers *Élasmobranches*, en leur donnant la valeur d'une sous-classe, comprenant deux ordres : les Sélaciens (Requins et Raies) et les Holocéphales (Chimères). D'autre part, les Cyclostomes furent aussi transformés en une sous-classe, les *Marsipobranches*. Vers la même époque, on fondit les *Élasmobranches* et les

(1) A. S. Woodward. *Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum*. Part. I. *Elasmobranchii*. 8°, 1889. 474 pp. et 17 pl.

Marsipobranches en un groupe, les *Placoïdes*, ce qui doit être considéré comme une rétrogradation.

Les divisions de Bonaparte furent reprises par les auteurs subséquents [J. Müller (1846), R. Owen (1861), A. Günther (1870, 1871), E. D. Cope (1871), T. H. Huxley (1876)] avec plus ou moins de modifications, mais le fond resta.

M. A. S. Woodward admet la division de Huxley en types autostyliques (c'est-à-dire sans suspensorium distinct) et hyostyliques (c'est-à-dire avec suspensorium distinct) dans les Poissons cartilagineux et dans les Poissons osseux.

Il appelle Élasmobranches les Poissons cartilagineux à crâne hyostylique, c'est-à-dire les requins et les raies, et les considère comme formant une sous-classe.

D'autre part, presque tous les naturalistes sont d'accord pour diviser les Élasmobranches en deux groupes principaux : l'un qui a les fentes branchiales placées sur le côté de la tête; l'autre chez qui elles sont situées au-dessous. Les premiers sont les requins *(Selachoidei* du Dr Günther); les seconds, les raies *(Batoidei* du Dr Günther). Willughby (1686) avait déjà nommé les requins *Cartilaginei longi* et les raies *Cartilaginei plani.*

En 1860, sir Richard Owen avait proposé une autre classification. Les Raies formaient toujours un ensemble à part, de la valeur taxonomique d'une famille, sous le nom de *Batidæ.* Les Requins actuels, dont on avait retiré *Cestracion* (le requin à dents en pavé de Port-Jackson), constituaient les *Squalidæ. Cestracion* lui-même était isolé avec l'importance d'une famille. Il en était de même des *Hybodontes,* requins fossiles.

En 1882, le professeur Carl Hasse, de l'Université de Breslau, arriva avec un système différent, basé sur la structure de la colonne vertébrale. Il admit quatre groupes. Les *Elasmobranchii diplospondyli* ou *Palæonotidani* comprenaient les formes avec notochorde persistante, comme le *Notidanus* actuel ; les *Cyclospondili (Spinacidæ)* avec vertèbres en forme de doubles cônes ; les *Tectospondili* (Raies, *Pristiophorus, Squatina),* avec des anneaux concentriques calcifiés entourant le double cône; enfin, les *Asterospondyli* (requins en général), avec calcifications, non concentriques, mais radiales autour du double cône.

En 1883, le prof. Gill adopta les *Squali* (requins) et les *Rajæ* (raies). Il proposa de séparer quatre groupes dans les premiers, d'après la structure du crâne.

On eut encore ensuite des classifications du professeur Haswell (1884), Cope (1884), Garman (1884). On le voit, le sujet est bien compliqué.

Après cet historique sur la classification des Élasmobranches, M. A. S. Woodward examine quelles sont les ressources paléontologiques pour l'étude des Poissons cartilagineux.

Les dents détachées de requins, découvertes dans les dépôts tertiaires, sont, dit-il, connues depuis longtemps. Elles formèrent le sujet de savants traités au XVIIe et au XVIIIe siècles. Ces fossiles furent décrits sous le nom de *Glossopetræ*. Ce n'est pourtant qu'avec Stenon (1669) et Scilla (1752) qu'elles furent comparées aux dents des requins vivants et qu'on reconnut leur véritable nature. Quant aux épines fossiles provenant des nageoires dorsales des Élasmobranches, on ne les détermina pour ce qu'elles sont que vers 1830, et cela fut fait par Buckland et De la Beche. Ces remarquables pétrifications intriguèrent longtemps les naturalistes. L'une d'elles, *Asteracanthus,* fut figurée, en 1753, comme la tête ou le museau de quelque animal voisin des Poissons, ou peut-être d'un lézard, d'un alligator ou d'un crocodile. Une autre *(Gyracanthus)* fut longtemps considérée comme une partie de la semence d'une plante fossile. Enfin, Buckland et De la Beche, déjà cités, les décrivirent sous le nom d'*Ichthyodorulithes*. Agassiz leur donna des noms et les rapporta au groupe auquel elles appartiennent réellement.

Le grand ouvrage de Louis Agassiz (1837-43) fut le premier qui plaça l'étude de la paléontologie des Élasmobranches sur une base scientifique. En effet, ce n'est pas seulement des dents et des épines détachées qui y sont décrites, mais encore des squelettes (de poissons cartilagineux!) provenant du Lias inférieur de Lyme Regis, de la Pierre lithographique de Bavière et du Crétacé supérieur de Westphalie.

Depuis, un grand nombre de travaux ont paru, complétant nos connaissances d'une manière fort étendue. Leur énumération serait ici hors de propos. Disons seulement que M. A. S. Woodward lui-même a contribué pour une bonne part, par ses nombreuses et excellentes recherches originales, à augmenter ce qu'on savait sur les Poissons cartilagineux fossiles.

Notre auteur aborde ensuite les résultats généraux des études paléontologiques sur les Élasmobranches.

Il remarque, pour commencer, que même chez les Requins du Carbonifère inférieur, le cartilage montre déjà un développement important des calcifications. Tel est le cas chez *Pleuracanthus*, *Hybodopsis*, *Chondrenchelys*.

En ce qui concerne le crâne, la seule divergence sérieuse signalée

entre les requins vivants et fossiles est la présence d'un os de membrane (parasphénoïde) à la base du crâne de *Chondrenchelys*.

Quelques types de crânes semblent particulièrement persistants. Ainsi *Squatina* (l'ange de mer) existe depuis le Jurassique et vit encore actuellement.

Mais ce qui est plus intéressant, c'est de voir la lumière que jette la paléontologie sur l'histoire de quelques crânes d'Élasmobranches très spécialisés. Le remarquable museau du poisson-scie *(Pristis)* semble remonter aussi loin que l'Éocène, quoique les formes de cette époque ne soient pas tout à fait au stade actuel, dans lequel les dents latérales sont implantées dans le cartilage solide. Or, dans les couches crétacées, on n'a point encore découvert de poisson cartilagineux avec un rostre aussi avancé en évolution dans cette direction : ainsi, les dépôts du Liban ont bien donné un Poisson-scie *(Sclerorhynchus)*, mais ses dents latérales sont très petites et seulement partiellement en contact avec le cartilage. C'est sans doute l'ancêtre des *Propristis* de l'Éocène qui, à leur tour, sont la souche des *Pristis* de nos jours.

La mandibule et l'hyoïde sont connus, chez les Poissons cartilagineux fossiles, chez *Didymodus* (du Permien), chez *Palæospinax* (du Lias), chez *Hybodus* (du Wealdien) et chez *Synechodus* (de la Craie). Ils semblent plus frêles que chez presque tous les Sélaciens vivants. Chez *Didymodus* et chez *Synechodus*, il y a, sur le cartilage ptérygo-carré, une facette indiquant l'articulation directe avec le crâne comme chez *Notidanus* adulte. *Palæospinax* et *Hybodus*, au contraire, n'ont pas cette facette.

Asteracanthus a la plus puissante dentition parmi tous les requins armés de dents destinées à broyer. Sa mandibule présente une structure en conséquence.

Les arcs branchiaux des Élasmobranches fossiles ne sont connus d'une manière satisfaisante que chez *Hybodus*, où il n'y en avait que cinq.

Avant la fin des temps paléozoïques, on n'a que très peu de preuves de la présence de calcifications dans la gaîne de la notochorde des Élasmobranches. Hasse a noté la présence d'anneaux complètement calcifiés dans la région caudale d'une espèce permienne de *Pleuracanthus ;* et Traquair a signalé une semblable structure chez *Chondrenchelys* du Carbonifère inférieur.

Les espèces d'*Hybodus* du Lias inférieur sont aussi privées de

vertèbres, au moins dans la région abdominale ; d'ailleurs les arcs neuraux et les apophyses épineuses sont presque aussi primitifs. Ces dernières sont relativement plus larges et plus fortes que chez les *Pleuracanthus* paléozoïques, mais il n'y a pas encore la moindre trace des cartilages intercalaires si caractéristiques des Sélaciens modernes.

Les premières traces de centres vertébraux complets se rencontrent chez le Cestracionte *Palæospinax* du Lias inférieur, poisson qui, d'autre part, exhibe, dans son organisation, des dispositions indiquant une évolution assez avancée. Ici, cependant, les centres vertébraux ne sont, pour la plupart, que des doubles cônes comme dans les *Spinacidæ* actuels, et de très légères indications du développement de calcifications périphériques secondaires peuvent être reconnues. Un autre genre de Cestracionte, du Crétacé, *Synechodus,* qui se distingue à peine de *Palæospinax* par sa dentition et ses productions dermiques, possède des vertèbres complètement formées du type astérospondylique.

Il est vrai qu'on trouve déjà des vertèbres de ce type chez le *Cestracion falcifer* du Calcaire lithographique. D'un autre côté, *Squatina* et *Rhinobatus*, du même âge, ont aussi des vertèbres tectospondyliques bien formées. Pourtant, selon Hasse, la calcification est moins avancée chez les espèces jurassiques de *Squatina* que chez celles qui vinrent après.

Le type primitif de nageoires paires chez les Chondroptérygiens est l'archiptérygium, c'est-à-dire des nageoires dont le squelette est formé par un axe segmenté de chaque côté duquel des rayons cartilagineux sont disposés comme les barbes d'une flèche : tel est le cas de *Pleuracanthus* (d'après Goldfuss, Kner, A. Fritsch, C. Brongniart). *Cladodus* (selon Traquair) est déjà un peu plus spécialisé. Et *Sphenacanthus* du Carbonifère inférieur a déjà des nageoires du type de celles des requins actuels. Il en est de même de *Palæospinax* du Lias inférieur.

Le " chagrin „ est rare chez les Sélaciens primitifs, mais les épines, dans les nageoires et sur les côtés de la tête, sont abondantes.

Les dents en pavé, comme les dents pointues, existent chez les Élasmobranches les plus anciens.

Passons à la classification adoptée par M. A.-S. Woodward. Il caractérise d'abord les Élasmobranches de la manière suivante.

Les Élasmobranches sont des Poissons à squelette cartilagi-

neux et privés d'os de membrane. Le suspensorium de leur mandibule est articulé avec le crâne. Leurs fentes branchiales sont distinctes et non recouvertes d'un opercule. L'exosquelette, lorsqu'il existe, a une structure histologique identique avec celle des dents. Les autres caractères ne sont observables que dans les formes vivantes.

Les Elasmobranches se divisent en deux sous-ordres : les Ichthyotomes et les Sélaciens.

Les Ichthyotomes ont un squelette interne pénétré complètement de calcifications granuleuses. Leur notochorde ne présente que rarement des contractions, dues à un commencement de formation des vertèbres. Les calcifications de sa gaîne ne dépassent pas le stade rhachitomien, sauf dans la région caudale. Les arcs neuraux et hæmaux sont longs et grêles. Il n'y a pas de cartilages intercalaires. Les nageoires pectorales renferment un axe long et segmenté.

Les Ichthyotomes ne renferment que deux familles : les *Pleuracanthidæ* et les *Cladondotidæ*.

Les *Pleuracanthidæ* ont le corps grêle, mais légèrement déprimé. Leur bouche est terminale, et non placée en dessous comme chez beaucoup de requins. La nageoire dorsale est allongée, peu élevée et continue tout le long du dos, depuis un point situé peu en arrière de la tête. Les cartilages interneuraux, grêles, sont plus nombreux que les épines neurales. La nageoire pectorale, pinnée, a des rayons accessoires, disposés comme les barbes d'une flèche, de chaque côté de l'axe segmenté.

Les Pleuracanthidés comprennent les genres *Pleuracanthus*, *Diplodus* et *Chondrenchelys*.

Pleuracanthus avait le corps probablement dépourvu de " chagrin ", donc lisse au lieu d'être rugueux. Il avait une longue épine barbelée, avec deux séries de denticules, placée dorsalement immédiatement après la tête. Ses dents avaient une racine épaisse ; leur couronne consistait principalement en deux cônes divergents, généralement de volume inégal, avec un denticule intermédiaire plus petit et souvent une sorte de bouton en arrière.

Pour donner une idée de la complication de l'étude de ces êtres fossiles, qu'on ne trouve souvent que par pièces et morceaux, nous dirons que le *Pleuracanthus* a aussi reçu les noms de : *Diplodus, Orthacanthus, Xenacanthus, Triodus, Compsacanthus, Dittodus, Aganodus, Ochlodus, Pternodus, Thrinacodus, Lophacanthus, Anodontacanthus* et *Didymodus*.

Les *Cladodontidæ* sont étroitement alliés aux *Pleuracanthidæ*, mais dans la nageoire pectorale l'archiptérygium est unisérial, donc intermédiaire entre la nageoire des *Pleuracanthidæ* et celle des requins actuels.

Les *Cladodontidæ* comprennent *Cladodus, Dicentrodus, Phœbodus, Lambdodus, Dicrenodus* et *Hybocladodus.*

Cladodus avait la tête large et déprimée, et de nombreuses séries de dents. La couronne de la dent consiste en un cône principal, avec d'autres plus petits de chaque côté. *Cladodus* se rencontre dans le terrain carbonifère.

Les Sélaciens se divisent en *Tectospondyli* et *Asterospondyli.*

Les Sélaciens ont un squelette interne cartilagineux et généralement calcifié seulement à la surface. La notochorde est presque toujours pourvue de contractions métamériques chez l'adulte. Les arcs neuraux et hæmaux sont forts, avec des cartilages intercalaires chez les types les plus spécialisés. Les nageoires pectorales n'ont pas d'axe segmenté. Les cartilages axiaux du membre postérieur sont prolongés sous forme d'organe de copulation chez le mâle.

Les *Tectospondyli* ont des vertèbres, qui, lorsqu'elles sont bien développées, ont des lamelles concentriques prédominant sur les lamelles radiales. Le corps de ces poissons est aplati et les nageoires ont pris un développement énorme. Un évent, de grande taille, persiste chez les formes les plus avancées en évolution. Il n'y a pas de nageoire anale.

Les *Asterospondyli* ont des vertèbres qui, lorsqu'elles sont bien développées, ont des lamelles radiales prédominant par rapport aux lamelles concentriques. Le corps de ces poissons n'est pas aplati, et les nageoires pectorales ne s'avancent jamais au delà de la tête. L'évent est de petite taille et même absent chez les formes les plus avancées en évolution. Il y a une nageoire anale.

Les *Tectospondyli* comprennent les *Spinacidæ,* les *Petalodontidæ,* les *Pristodontidæ,* les *Squatinidæ,* les *Pristiophoridæ,* les *Pristidæ,* les *Rhinobatidæ,* les *Rajidæ,* les *Torpedinidæ,* les *Psammodontidæ,* les *Myliobatidæ* et les *Trygonidæ.*

Les *Spinacidæ* ont le corps arrondi et très peu aplati. Leur bouche est légèrement arquée. Leur museau est obtus. Les nageoires pectorales ne sont pas échancrées à leur origine et ne

se prolongent pas en avant. Les fentes branchiales sont petites, latérales, souvent dans le prolongement des pectorales. L'évent est large et placé en arrière de l'œil.

Les *Spinacidæ* comprennent cinq genres.

Les *Petalodontidæ* ont le corps modérément aplati. Leurs nageoires pectorales sont grandes et se prolongent antérieurement vers la tête. Les dents peuvent être tranchantes ou obtuses; leur ensemble forme un pavement sans lacune.

Les *Petalodontidæ* comprennent neuf genres.

Les *Pristodontidæ* semblent n'avoir eu qu'une dent dans chaque mâchoire.

Ces Poissons comprennent un seul genre.

Les *Squatinidæ* ont le corps aplati. La bouche est antérieure. Les nageoires pectorales sont grandes, avec la partie basilaire très prolongée en avant, mais non en connexion avec la tête. Les ouvertures branchiales sont larges, latérales, et en partie couvertes par la base de la nageoire pectorale. Les évents sont grands et placés en arrière des yeux. Les dents sont coniques et pointues. Les nageoires dorsales, privées d'épines, sont placées sur la queue. La peau est plus ou moins garnie de petits tubercules.

Les *Squatinidæ* ne renferment qu'un seul genre.

Les *Pristiophoridæ* ont le corps à peine déprimé. Leurs nageoires pectorales sont de taille moyenne et ne s'étendent pas jusqu'au museau. Les ouvertures branchiales sont latérales. Le museau est prolongé en un rostre plat armé de dents de chaque côté. Les cartilages prépalatins sont bien développés.

Les *Pristiophoridæ* ne comprennent qu'un seul genre.

Les *Pristidæ* ont le corps à peine déprimé. Leurs nageoires pectorales sont de taille moyenne et ne s'étendent pas vers le museau. Les ouvertures branchiales sont ventrales. Le museau est prolongé en un rostre long et plat armé d'une série de fortes dents sur chaque bord. Les cartilages prépalatins sont à peine marqués.

Les *Pristidæ* comprennent trois genres.

Les *Rhinobatidæ* ont une queue longue et forte avec deux nageoires dorsales bien développées. Le disque de ces raies n'est pas très développé, et la partie des nageoires pectorales pourvue de rayons ne se prolonge pas jusqu'au museau. Il n'y a pas d'organes électriques chez les types actuels.

Les *Rhinobatidæ* comprennent quatre genres.

Les *Rajidæ*, ou vraies raies, ont un disque large, rhombique,

avec des boucles dans la peau. Il n'y a pas d'épine caudale barbelée. Les nageoires pectorales s'étendent jusqu'au museau. Il n'existe pas d'organe électrique chez les formes actuelles, sauf un organe rudimentaire dans la queue.

Les *Rajidæ* comprennent quatre genres.

Les *Torpedinidæ* ont un disque large et lisse ; le squelette de la nageoire pectorale ne se continue pas en avant au delà de la base du museau. Les nageoires impaires sont bien développées. Il y a un organe électrique entre les nageoires pectorales et la tête. Ce sont les raies électriques. Elles ne contiennent qu'un seul genre.

Les *Psammodontidæ* sont exclusivement fossiles, et seulement connus par les dents, qui sont aplaties. Ils comprennent trois genres.

Les *Myliobatidæ* ont de très grandes nageoires pectorales, interrompues sur les côtés de la tête, mais réapparaissant sous forme de petites nageoires céphaliques à l'extrémité du museau. La queue est très grêle. La fente de la bouche est droite. Les dents forment un pavement destiné à la trituration.

Les *Myliobatidæ* renferment cinq genres.

Les *Trygonidæ* ont des nageoires pectorales prolongées d'une manière ininterrompue jusqu'à l'extrémité du museau. La queue est grêle et nettement séparée du disque. Les nageoires verticales sont souvent absentes et remplacées par de fortes épines dentelées.

Les *Trygonidæ* renferment cinq genres.

Les *Asterospondyli* contiennent les *Notidanidæ*, les *Cochliodontidæ*, les *Cestraciontidæ*, les *Scylliidæ*, les *Lamnidæ* et les *Carchariidæ*.

Les *Notidanidæ* sont des requins dont le corps est modérément allongé, et dont la bouche est inférieure. Les dents principales consistent en une série de dentelons fixés côte à côte sur une longue base. Leur notochorde est persistante. Ils comprennent deux genres, dont le remarquable *Chlamydoselache*.

Les *Cochliodontidæ* ont une série transversale de dents soudées en une plaque continue. Ils renferment treize genres.

Les *Cestraciontidæ* ont les nageoires dorsales armées chacune d'une épine. Leurs dents sont pour la plupart obtuses mais distinctes, et plusieurs rangées sont simultanément en fonction. Ils renferment seize genres.

Les *Scylliidæ* ont des nageoires dorsales sans épines, la première placée au-dessus des nageoires pelviennes. Les dents sont

petites avec plusieurs rangées en fonction. Ils renferment huit genres.

Les *Lamnidæ* ont des nageoires dorsales sans épines, la première placée dans l'espace situé entre les nageoires pectorales et les nageoires ventrales. Les ouvertures branchiales sont larges. L'évent est petit ou absent. Les dents sont solides, pointues et ordinairement grandes. Ils comprennent dix genres.

Les *Carchariidæ* ont des nageoires dorsales sans épines, la première opposée à l'espace situé entre les nageoires pectorales et ventrales. Les dents sont pointues, mais creuses.

Les *Carchariidæ* comprennent six genres.

Tel est le résumé, bien imparfait, du beau catalogue de M.S.-A. Woodward. Tout zoologiste, paléontologiste ou géologue devra l'avoir dans sa bibliothèque.

Palæohatteria (1). — Sous ce nom, M. H. Credner vient de décrire un remarquable Reptile, qui possède les caractères suivants.

La forme générale est celle d'un lézard à longue queue de $0^m,40$ à $0^m,45$ de long.

La colonne vertébrale a six vertèbres cervicales, vingt dorso-lombaires, trois ou quatre sacrées et cinquante à cinquante-cinq caudales.

Le crâne est pointu et grêle. Les orbites sont grandes et rondes, avec anneau sclérotique. Les narines sont petites. Les intermaxillaires portent 3 ou 4 dents grêles et qui sont un peu recourbées. Les susmaxillaires ont 16 ou 18 dents. Les os nasaux sont presque aussi longs que les frontaux. Les palatins portent une rangée de dents parallèles à celles du susmaxillaire.

Les extrémités sont puissantes, les postérieures un peu plus longues que les antérieures. L'humérus a un canal ectépicondylien. Il y a un sternum abdominal.

Les *Rhynchocéphaliens*, auxquels appartient *Palæohatteria*, comprendraient donc cinq genres : *Sphenodon*, vivant ; et *Palæohatteria, Rhynchosaurus, Hyperodapedon, Champsosaurus*, fossiles. *Palæohatteria* est permien ; *Rhynchosaurus* et *Hyperodapedon* triasiques ; *Champsosaurus*, tertiaire, et, peut-être, crétacé.

L. Dollo.

(1) H. Credner. *Die Stegocephalen und Saurier aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden.* Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. 1889.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CVIII, avril, mai, juin 1889.

N° 13. **F. C. Donders**, l'éminent ophthalmologiste, est mort à Utrecht, le 24 mars 1889, dans sa soixante-onzième année ; **Pissis**, auteur de recherches approfondies sur la géologie et la géographie du Chili, le 20 janvier 1889, à Santiago. La tour **Eiffel** a atteint la hauteur de 300 mètres, le 1er avril 1889. **Woukoloff** : L'acide carbonique suit à peu près la loi de Dalton en se dissolvant dans le sulfure de carbone. **P. Langlois** et **Ch. Richet**. Les animaux et l'homme ne peuvent respirer (ni inspirer, ni expirer) à travers une colonne de mercure d'une certaine résistance, variable pour les espèces et les individus ; les anesthésiques diminuent dans un rapport considérable la possibilité de respirer ; l'expiration surtout est très difficile. Aussi, dans l'anesthésie chloroformique, faut-il maintenir les voies respiratoires absolument libres ; le plus léger obstacle à l'expiration, presque imperceptible pour un individu normal, devient infranchissable pour un individu anesthésié.

N° 14. **Boussinesq**. Le périmètre d'une ellipse ayant pour axes $2a$ et $2b$ est équivalent à celui d'une circonférence dont le diamètre est l'excès du triple de la moyenne arithmétique de a et b sur la moyenne géométrique de ces quantités, à une fraction près de la huitième puissance de l'excentricité ; cette fraction est moindre qu'un huit-millième. Il y a une formule approximative analogue pour l'aire d'un ellipsoïde. **Berthelot**. La fixation de

l'azote atmosphérique dans le cours de la végétation a réellement lieu, principalement dans certaines terres végétales, en donnant naissance à des composés organiques complexes, de l'ordre des albuminoïdes, tandis qu'elle ne se produit pas dans les mêmes terres stérilisées. Ces phénomènes tendent à faire attribuer la fixation de l'azote aux microbes contenus dans la terre ; la fixation de l'azote est exaltée par certaines plantes, telles que les Légumineuses. Ces résultats ont été confirmés récemment par les recherches de divers savants, puis par de nouvelles expériences de M. Berthelot, mettant surtout en évidence le rôle prépondérant joué par les racines des Légumineuses, particulièrement de la luzerne. **J. Reiset** (aussi n° 15) : Lorsqu'une matière organique azotée (le fumier. par exemple), éprouve la décomposition putride, une partie de son azote se dégage à l'état gazeux. **Verneuil** et **Clado**. L'érysipèle et la lymphangite aiguë ne sont que deux formes d'une seule maladie contagieuse, infectieuse, parasitaire, causée par un microbe spécial facile à reconnaître, à isoler, à cultiver et à inoculer aux animaux. **Sonin** fait connaître une nouvelle forme du reste de la formule de Stirling.

N° 15. **Chevreul**, l'éminent chimiste dont les travaux sur les corps gras et la classification des couleurs sont devenus classiques, né à Angers, le 31 août 1786, est mort à Paris, le 9 avril 1889, après avoir fait partie de l'Académie pendant 63 ans. [Le vénérable savant est mort dans les sentiments chrétiens qu'il avait puisés au sein d'une famille qui, à l'époque de la Terreur, compromit sa fortune et risqua sa sécurité pour sauver les prêtres proscrits et les arracher à la fureur révolutionnaire (1)]. **Berthelot**. En étudiant la série thionique au point de vue thermochimique et rapprochant les résultats de ceux qui sont con-

(1) Il n'est peut-être pas inutile, à propos de Chevreul, de citer, sur le fondateur de la chimie moderne, un extrait de l'ouvrage intitulé : *Lavoisier* (1743-1794), par E. Grimaux (Paris, Alcan; 1888; p. 53). " Élevé dans une famille pieuse qui avait fourni plusieurs prêtres à l'Église, il (Lavoisier) en avait gardé les croyances ; à un écrivain anglais, Edward King [King, né vers 1735, mourut en 1807], qui lui avait envoyé un ouvrage de controverse, il écrivait (20 août 1788) : " *C'est une belle cause que vous entreprenés de deffendre que celle de la révélation et de l'authenticité des Saintes Écritures, et ce qui est remarquable, c'est que vous employés dans ce moment pour les deffendre précisément les mêmes armes qu'on a employées bien des fois pour les attaquer.* „ Il était *patron laïc* de la chapelle de son château de Fréchines et à ce titre avait nommé, par acte du 7 août 1781, un chapelain, l'abbé Bellavoine, auquel il donnait annuellement 290 livres. „

nus pour les autres acides du soufre, pour ceux du sélénium, de l'arsenic, du phosphore, du bore et du silicium, l'auteur arrive à la conclusion suivante : Dans la plupart des cas, pour les acides formés par l'union d'un même élément combiné à des proportions multiples d'oxygène, il y a proportionnalité entre la chaleur dégagée et l'oxygène combiné ; cette loi, signalée par Dulong, serait sans doute générale, si l'on pouvait rendre absolument comparables les états moléculaires des corps et leurs condensations. Les nombres constatés dans les diverses séries sont voisins de 10 (sélénium), 20 (soufre, tellure, arsenic), 40 (phosphore), 50 (bore, silicium). **V. Galtier.** Il existe chez le porc une pneumo-entérite bactérienne, qui est transmissible à toutes les espèces animales qu'on élève dans les fermes, qui peut occasionner l'avortement épizootique dans les étables et qui, dans certains cas, a été décrite chez le cheval sous le nom d'affection typhoïde. **H. Dubief** et **I. Bruhl.** L'acide sulfureux, surtout lorsque le milieu est saturé de vapeur d'eau, a une action microbicide évidente sur les germes contenus dans l'air.

N° 16. **F. Tisserand.** L'action de Jupiter s'exerçant sur une comète parabolique dont les éléments ont entre eux des rapports convenables peut transformer son orbite en une ellipse analogue à l'une quelconque de celles des quinze comètes périodiques dont la durée de révolution est assez voisine de la moitié de celle de Jupiter, et qui percent le plan de l'orbite de cette planète en deux points dont l'un est généralement peu éloigné de la trajectoire de Jupiter. **Edison** vient de perfectionner le phonographe de manière à résoudre réellement le problème de la reproduction de la voix humaine. **J. Reiset** : On peut pratiquement arrêter les ravages du hanneton, en le détruisant sous forme ailée et sous forme de larve, parce que, en général, cet insecte est très sédentaire. Le hanneton a d'ailleurs une force de résistance étonnante à l'asphyxie sous terre ou sous l'eau.

N° 17. **G. Lippmann** : On peut obtenir des photographies où les couleurs soient rendues en valeurs justes en employant successivement comme écran des verres bleus, verts, rouges, ne laissant passer que les rayons bleus, puis les verts, puis les rouges ; le temps de l'exposition doit varier pour les diverses couleurs. **P. P. Déhérain.** Il semble qu'il y ait dans la terre arable lutte entre des actions opposées, les unes déterminant la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol, les autres sa disparition ; parmi ces dernières, la nitrification paraît la plus active. Toutes les parcelles d'un champ d'expériences renfermant des quantités

notables d'azote combiné (2 grammes par kilogramme), cultivées sans engrais, ont perdu des quantités considérables d'azote. Ces pertes surpassent de beaucoup les prélèvements des récoltes ; elles sont loin d'être égales pour toutes les cultures. Quand les terres ont été appauvries jusqu'à ne plus renfermer qu'un gramme et demi d'azote par kilogramme, les pertes ont cessé et les terres ont gagné de l'azote. Ce gain, médiocre pour les terres soumises à des cultures variées, a été considérable pour les prairies. **Grand'Eury**. Par les caractères principaux du développement unis à ceux de la reproduction, les Sigillaires sont des Cryptogames vasculaires, en dépit de la structure radiée du bois ; ils ne se rattachent d'ailleurs à aucun type vivant. **P. du Bois-Reymond**, géomètre connu par ses recherches sur les séries et spécialement sur la formule de Fourier, né à Berlin, le 2 décembre 1831, est mort à Fribourg en Brisgau, le 7 avril 1889. **J. Violle** est parvenu à obtenir, par fusion et compression subséquente, pour l'alliage du kilogramme (neuf parties de platine pesant 21,46 et une partie d'iridium pesant 22,38) une densité de 21,55, comme si c'était un mélange, densité fixe que rien ne peut modifier. **A. Muntz** et **V. Marcano** ont trouvé des amas de terre fortement chargée de nitrates dans des cavernes du Venezuela et de la Cordilière des Andes ; l'azote de ces nitrates provient d'animaux éteints de grande dimension, dont les cadavres ont formé de véritables brèches osseuses. **Ch. Musset**. Dans le Glaïeul, il y a fécondation directe des carpelles par les anthères d'une même fleur.

N° 18. **Lory**, à qui l'on doit une étude approfondie de la région des Alpes du Dauphiné et de la Savoie, est mort le 3 mai 1889. **A. Cornu** : Les phénomènes de polarisation elliptique par réflexion vitreuse ou métallique s'étendent même aux radiations ultraviolettes, mais ils ne sont pas essentiellement distincts, malgré la différence des principes sur lesquels Cauchy a établi la théorie des uns et des autres. **Berthelot**. Le sceptre de Pépi Ier, roi d'Égypte de la sixième dynastie, appartenant à l'ancien empire et remontant vers 3500 à 4000 ans avant notre ère, est en cuivre pur (comme la figurine de Tello, en Mésopotamie, portant le nom de Goudeah et à peu près de la même antiquité). Il est donc probable que le bronze à base d'étain était inconnu il y a soixante siècles. **Berthelot**. La théorie générale des anhydrides condensés permet de rendre un compte exact, à la fois chimique et thermochimique, de la constitution, des conditions de réaction et des transformations des composés thioniques. Il en est de

même pour les acides métaphosphoriques et pyrophosphoriques.

N° 19. **Ollier.** L'ablation de l'astragale suivie de l'abrasion ou de la résection des articulations limitantes permet de conserver le pied avec sa forme à peu près normale et son aptitude fonctionnelle pour l'exercice d'une vie active. Il ne faut donc pas se hâter de pratiquer l'amputation du pied dans les ostéo-arthrites suppurées du cou-de-pied et des autres articulations tarsiennes. **A. Potier** a trouvé une méthode permettant la mesure directe du retard qui se produit par la réflexion des ondes lumineuses sur la surface des substances susceptibles de former un enduit adhérent sur une lame mince transparente. **Henri Becquerel** : Le magnétisme terrestre produit une rotation du plan de polarisation de la lumière envoyée par l'atmosphère dans une direction quelconque. **L. Pigeon** est parvenu à préparer sous forme anhydre le chlorure platinique, en présence du chlorure de sélénium ; il est stable jusque 360°. **R. Moniez** signale des cas de parasitisme accidentel sur l'homme du *Tyroglyphus farinæ*. Le remarquable *Traité d'électricité et de magnétisme* de **Maxwell** vient d'être traduit en français et publié avec des notes de **Cornu**, **Potier** et **Sarrau**, qui le commentent et le complètent.

N° 20. **Janssen,** observant de Meudon le spectre de la lumière placée au sommet de la tour Eiffel, a pu constater de nouveau l'origine tellurique des raies de l'oxygène dans le spectre solaire. **P. Duhem** : L'existence des corps diamagnétiques est incompatible avec les principes de la Thermodynamique, comme avec la théorie de Poisson; on est donc amené à regarder les corps dits diamagnétiques comme des corps magnétiques plongés dans un milieu plus fortement magnétique. **A. Muntz** et **V. Marcano** : Les quantités d'azote apportées sous forme de nitrates dans les contrées tropicales, par les pluies si abondantes dans ces régions, équivalent à une véritable fumure azotée (de près de 50 kilogrammes de soude par hectare).

N° 21. **Halphen** est mort le 23 mai 1889. On lui doit des travaux remarquables, d'une grande perfection, sur les caractéristiques des coniques, les points singuliers des courbes algébriques, la théorie des courbes gauches algébriques, celle des invariants différentiels, et enfin un *Traité des fonctions elliptiques* qui reste inachevé. **Grand'Eury** : Il semble qu'il y ait identité entre les Calamites et les Calamodendrons; toutes les Calamariées d'ailleurs sont des Cryptogames hautement organisées.

Leurs représentants ou descendants dans les terrains secondaires sont de plus petite taille, moins variés et plus proches parents des *Equisetum*, les seuls survivants déchus de la famille. **Henri Becquerel** est élu membre de l'Académie. **Gréhant** et **Quinquaud** ont trouvé plus d'urée dans les muscles des mammifères que dans le sang, comme si l'urée se formait dans les muscles. **G. Planté**, à qui l'on doit la découverte des accumulateurs, est mort. **Chauvin** : Le spath d'Islande possède le pouvoir rotatoire magnétique, non seulement dans la direction de l'axe, mais aussi dans les directions voisines. La rotation change périodiquement de sens en devenant nulle pour une série de valeurs particulières. Ces phénomènes s'expliquent, comme pour le quartz, par l'hypothèse d'Airy : Lorsque le rayon rectiligne incident pénètre dans le cristal soumis au champ magnétique, il se décompose en deux elliptiques réciproques inverses qui se propagent sans altération, mais avec des vitesses différentes et se recombinent à la sortie. L'hypothèse d'Airy, d'après M. Gouy, résulte d'ailleurs du principe de l'indépendance des effets simultanés appliqué aux phénomènes produits dans un milieu par l'action combinée du pouvoir rotatoire et de la double réfraction. **E. Van Aubel.** La détermination de la conductibilité électrique du bismuth permet de reconnaître plus facilement que par l'analyse spectrale s'il est pur et surtout s'il ne contient pas de trace de plomb. On l'obtient pur par électrolyse. Le bismuth pur ainsi obtenu a un coefficient de variation de résistance électrique de zéro à cent degrés, qui est à peu près constant et qui est indépendant de la trempe. **F. Parmentier** : Il y a du sulfate de soude dans l'atmosphère. Il provient probablement des réactions successives du sel marin sur le calcaire et du carbonate de soude ainsi produit sur le sulfate de chaux ou d'autres sulfates ; il cristallise en filaments très ténus que le moindre souffle emporte et répand sur tous les corps. Quand on fait cristalliser ce sulfate de soude entre des assiettes de porcelaine dégourdie, à l'air libre ou humide, et qu'on reproduit par des arrosages deux ou trois fois ces cristallisations, les assiettes tombent en poussière. Ce phénomène peut servir peut-être à expliquer le délitement des roches poreuses difficilement attaquables par les eaux. **d'Abbadie** : L'emploi des divisions décimales du quadrant, pratiqué seulement par les géodésiens belges et français, économise deux septièmes du temps consacré soit à l'observation, soit au calcul, ainsi qu'on s'en est assuré en Italie, par des expériences déjà anciennes.

N° 22. **Berthelot** et **Petit** ont déterminé de nouveau, avec grand soin, la chaleur de combustion du charbon amorphe, du graphite et du diamant, et ont trouvé, pour 12 grammes de chacune de ces formes du carbone, respectivement 97,65; 94,81 et 94,31 calories. Favre et Silbermann avaient trouvé 96,96; 93,55 ou 93,14; enfin 93,24. **Norman Lockyer** : Le spectre d'Uranus semble consister en des cannelures brillantes du carbone. **A. de Monaco** : Il existe un mouvement circulaire des eaux superficielles de l'Atlantique Nord autour d'un point situé quelque part dans le sud-ouest des Açores. **Ch. S. Tainter** a imaginé un graphophone enregistrant bien la voie humaine, antérieur au phonographe perfectionné d'Edison. **D. Eginitis.** Les grands axes des orbites planétaires sont sujets à des inégalités séculaires du troisième ordre, excessivement petites, périodiques, de périodes fort longues et, par suite, approximativement proportionnelles au temps pendant plusieurs siècles; par suite de ces perturbations, la Terre et Saturne s'approchent actuellement du Soleil.

N° 23. **Mascart** vient de publier le premier volume d'un *Traité d'Optique*. **Amagat** : Le coefficient d'élasticité ($1 : \alpha$), le coefficient de compressibilité cubique k d'un solide sont liés au coefficient μ de Poisson par la relation $k = 3\alpha(1 - 2\mu)$. De Saint-Venant a trouvé théoriquement que $\mu = 0,25$ pour les solides isotropes; M. Amagat a obtenu expérimentalement à peu près cette valeur pour le verre et l'acier. La valeur de μ, théoriquement égale à 0,50 pour les liquides, à 0,25 pour un solide isotrope parfaitement élastique, a des valeurs intermédiaires d'autant plus voisines de 0,25, que les corps deviennent de plus en plus réfractaires aux déformations permanentes, c'est-à-dire, sont plus parfaitement élastiques.

N° 24. **A. Cornu.** Le coefficient d'ellipticité (ε de Cauchy) des substances vitreuses, que Cauchy regardait comme constant, croît avec la réfrangibilité des radiations réfléchies. Pour certains corps vitreux dont le coefficient d'ellipticité relatif aux radiations visibles est déjà élevé, la loi de la variation de la phase avec l'incidence se déforme dans l'ultra-violet de manière à passer graduellement de la loi caractérisant la réflexion vitreuse à celle qui caractérise la réflexion métallique : ce passage graduel à la réflexion métallique apparaît toujours lorsque le pouvoir absorbant devient considérable. Inversement, les substances offrant les caractères de la réflexion métallique pour des radiations qu'elles absorbent énergiquement tendent à acquérir

ceux de la réflexion vitreuse pour les radiations correspondant à un minimum d'absorption. **Berthelot et Petit**. L. Henry, qui a publié " sur les nitriles des acides bibasiques, composés homologues du cyanogène,des recherches faisant époque et dont tous les chimistes ont gardé un profond souvenir „, a mis à la disposition de MM. Berthelot et Petit des échantillons purifiés de ces corps, qui leur ont permis de vérifier pour ces nitriles, comme pour ceux des acides monobasiques, que ces combinaisons sont le type des composés susceptibles de fournir de la chaleur par simple hydratation. Les hydratations donnent lieu à des dégagements de chaleur considérables, surtout pour les nitriles des acides bibasiques, ce qui est important au point de vue de l'étude de la chaleur animale. **Sappey**. En biologie, la méthode des coupes permet d'étudier, sous tous les aspects, les éléments primordiaux de l'organisation, mais non les ensembles de ces éléments ou les organes premiers. La méthode thermochimique complète la méthode des coupes : elle durcit par la chaleur les organes trop mous, elle amollit par les réactifs chimiques, sans les détruire, ceux qui sont trop durs. Par ce dernier procédé, par exemple, l'auteur a pu mettre en évidence, dans les parties fibreuses de nos organes et dans la peau, l'existence de très beaux réseaux artériels, veineux et nerveux ; par le premier procédé, il a reconnu la complication de la structure des cinq millions de glandes de l'estomac. Il croit aussi avoir mis hors de doute que le nombre d'ovules contenus dans un seul ovaire féminin est deux mille fois plus élevé qu'on ne le croyait, lors de la découverte de l'ovulation spontanée, en 1840. **Pasteur**. Du 1er mai 1888 au 1er mai 1889, l'Institut Pasteur a traité 1673 personnes mordues par des chiens enragés ou très suspects de rage, dont 118 mordues à la tête ou au visage; 6 ont été prises de rage pendant le traitement, 4 moins de quinze jours après, 3 (mordues à la tête) après achèvement complet du traitement ; ce sont les seuls vrais insuccès de la méthode. **Huggins** : La photographie met hors de doute que la lumière de la planète Uranus, au moins pour la région du spectre de F jusqu'à N, est empruntée au soleil. **Arm. Gautier** est nommé membre de l'Académie, en remplacement de Chevreul. **C. V. Riley**. C'est Charles Cros qui, dès le 30 avril 1877, a exposé le premier, dans un pli cacheté adressé à l'Académie, le principe du phonographe, trouvé aussi par Edison ; Tainter avait construit le graphophone complet dès le printemps de 1887, et J. White vient de le perfectionner encore. **Gouy**. Les spectres des vapeurs métalliques incandescentes sont

formés de raies qui, pour une petite quantité de vapeur et une dispersion médiocre, paraissent ne pas avoir de largeur sensible. Si l'on accroît la quantité de vapeur ainsi que la puissance du spectroscope, les plus fortes de ces raies prennent une largeur appréciable en s'élargissant d'une manière symétrique des deux côtés ; toutefois, pour le sodium et le potassium, les raies s'élargissent presque uniquement d'un côté. **E. L. Trouvelot** : L'éclair a parfois une durée appréciable. **E. Gatellier, L. L'Hote** et **Schribaux** ont prouvé, dans un série d'expériences, que la richesse en gluten du blé dépend aussi bien de la culture que de l'espèce de blé, et que l'on peut obtenir à la fois gros rendement de blé et richesse en gluten en cultivant certaines variétés. Ils ont obtenu de ces variétés réunissant tous les avantages en croisant diverses variétés connues. **A. Laboulbène**: La pratique des cultivateurs landais et espagnols prouve que la destruction des insectes, faite dès leur apparition, continuée assidûment, constitue le meilleur moyen de préserver les récoltes des céréales des Hémiptères qui leur sont nuisibles.

N° 25. **Cailletet** et **L. Colardeau** sont parvenus, par des expériences précises et variées, à définir nettement l'état de la matière au point critique. 1° La température critique d'un gaz liquéfié n'est pas celle où le liquide se vaporise totalement, d'une façon brusque, dans l'espace qui le renferme, comme on l'avait cru, d'après Cagniard-Latour. 2° Ce n'est pas non plus la température à laquelle un liquide et sa vapeur saturée ont la même densité, comme l'avait supposé Jamin. 3° C'est la température à laquelle un liquide et l'atmosphère gazeuse qui le surmonte deviennent susceptibles de se dissoudre mutuellement en toutes proportions, en formant, après agitation, un mélange homogène. Il en résulte que l'on peut obtenir une série de corps homogènes mixtes réalisant, d'une façon tout à fait continue, toutes les transitions possibles entre l'état liquide et l'état gazeux de la matière. **Berthelot** : La chaleur de formation du protoxyde d'azote $N_2 O_2$ est — 20,6 calories, celles de $N_2O_2H_2O_2$ dissous (O = 8) est — 57,4 calories. L'écart est tel qu'il ne saurait être compensé par la combinaison du gaz avec un alcali. On s'explique pourquoi le protoxyde d'azote n'est pas absorbé par les alcalis, à la façon de l'acide carbonique ou de l'oxide de carbone, pour être changé en acide correspondant ; et pourquoi les hypoazotites dégagent au contraire si aisément du protoxyde d'azote en se décomposant. **Maquenne** : L'étude des hypoazotites de calcium et de strontium et de plusieurs acéto-hypoazotites conduit à regarder

l'acide hypoazoteux comme un acide bibasique, de composition $N_2O_2H_2$ (O=16), n'ayant pas le protoxyde d'azote pour anhydride. **A. Gaudry.** Marsh vient de restaurer un squelette complet de *Dinoceras*. Le *Dinoceras* a été le plus grand des mammifères terrestres du tertiaire inférieur ; il était muni de longues canines tranchantes et sa tête portait trois paires de cornes. Si ce qu'on a appelé la *lutte pour la vie* avait été la principale cause de la destruction ou de la survivance des êtres, le *Dinoceras,* qui a surpassé en grandeur tous ses contemporains et a été mieux armé qu'eux, aurait dû se perpétuer. Mais ce puissant roi des temps éocènes, a eu un règne éphémère et semble être mort sans postérité. Ce ne sont pas les créatures les mieux douées des temps géologiques qui ont eu le plus de longévité, ce sont les êtres mixtes à caractères peu saillants, petits, chétifs. On peut faire la même observation à propos du *Mastodon angustidens* du miocène, du *Mastodon americanus* du quaternaire et du Mammouth : les premiers Proboscidiens ont été plus armés que leurs successeurs, et cependant ils ont disparu. **P. Marguerite-Delacharlonny** : La présence du sulfate de soude dans l'atmosphère s'explique aisément d'après ce principe vérifié pour beaucoup de corps : les dissolutions salines, en s'évaporant au contact de l'air, donnent lieu à un entraînement du sel dissous. **P. A. Dangeard** : La chlorophylle chez les animaux provient presque certainement d'Algues parasites. **Westerlund** : On vient de trouver dans la faune malacologique extra-marine de l'Europe arctique des espèces qui n'ont été rencontrées jusqu'à présent que dans les parties les plus méridionales de l'Europe, en Algérie ou en Tunisie. **A. de Tillo** donne sur la hauteur moyenne des continents et sur la profondeur des mers les résultats suivants en mètres : Continents 693 (hémisphère boréal 713, austral 634), Europe 317, Asie 957, Afrique 612, Amérique du Nord 622, du Sud 617, Australie 240 ; mers 3803, septentrionales 3627, méridionales 3927, Pacifique 4380, Atlantique 4022, Océan indien 3674.

P. M.

Brux. Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet.

L'HEURE UNIVERSELLE

ET

LE MÉRIDIEN INITIAL COSMOPOLITE

La question du méridien initial international, que l'on aurait pu croire résolue par la décision du Congrès de Washington, en 1884, ne l'est pas entièrement, paraît-il.

Les uns reprochent au méridien de Greenwich son caractère de nationalité exclusive; — d'autres ne sont pas satisfaits du double comptage des longitudes par l'est et par l'ouest; — plusieurs estiment que l'on peut très bien laisser aux marins et aux astronomes l'usage du méridien initial anglais, et en choisir quelque autre plus convenable pour la géographie générale et l'enseignement, comme aussi pour les divers services des voyages et de la télégraphie.

Dans ces derniers temps, l'Académie des sciences de Bologne, représentée par le R. P. Tondini de Quarenghi, a proposé à cette fin le méridien de Jérusalem, dont on a fait prévaloir avec raison les nombreux avantages, et nous sommes tout disposé à l'accueillir, s'il obtient la préférence

auprès des autorités qui ont compétence pour statuer en cette matière. Mais, en supposant le rejet de ce méridien, le désaccord au sujet de celui de Greenwich continuant à exister, nous demanderions qu'on revienne à l'emploi du méridien initial de l'Ile de Fer, ou plutôt de l'anti-méridien de l'Ile de Fer, lequel traverse le Kamtschatka, à 12 heures du méridien de l'Ile de Fer proprement dit.

I. — LE MÉRIDIEN DE L'ILE DE FER.

Déjà au Congrès géographique de Venise, en 1881, nous avions envoyé sur ce sujet une note, dans laquelle, nous mettant au point de vue de l'enseignement de la géographie et de la cartographie scolaire, nous disions :

« L'usage qui se fait actuellement dans les écoles des degrés de longitude tracés sur les cartes géographiques est à peu près nul, et il en sera de même, nous le craignons, tant que ces degrés n'indiqueront pas, d'une manière adoptable par tous, la position relative en longitude des villes et des pays du globe, comme le font les parallèles pour la position en latitude.

» La diversité des premiers méridiens choisis par les nations; leur passage à travers les pays les plus importants de l'Europe, qu'ils coupent d'une manière fâcheuse; la distinction de la longitude en occidentale et en orientale, d'où résulte une certaine confusion; l'emploi des méridiens tracés de 10 en 10, sans rapport simple avec les heures, sont autant de difficultés que l'on ne peut guère résoudre dans l'enseignement primaire, du moins avec la masse des élèves.

» Ce sont ces difficultés que nous voudrions faire disparaître ou atténuer autant que possible par l'adoption des moyens résumés dans la conclusion ci-après. La vulgarisation des notions sur la longitude aurait probablement à y gagner. »

Notre conclusion était celle-ci :

« Nous optons pour l'ancien méridien initial de l'Ile de Fer, mais en reportant le 0 degré sur l'anti-méridien traversant le Kamtschatka, afin que le point de départ des longitudes et des heures se trouve dans la partie du globe la moins habitable. En outre on graduerait en une série unique de 0 à 360 degrés, en procédant de l'ouest à l'est dans le sens de la rotation de la Terre, et en espaçant les méridiens de 15 en 15 degrés, correspondant à une heure de temps. »

Le lecteur pourra trouver dans la *Revue des questions scientifiques* (janvier 1884) le complément de nos idées à ce sujet. Il voudra bien se rappeler que ce travail est antérieur même au Congrès de Venise. Depuis lors, les événements ont marché. En 1883, un Congrès géodésique spécial, tenu à Rome, avait mis en avant la proposition du méridien initial de Greenwich, qu'adoptait bel et bien deux ans après, au Congrès de Washington, la grande majorité, c'est-à-dire 20 sur 22, des puissances représentées. Seuls, la France et le Brésil n'y souscrivirent pas.

Le mieux eût été évidemment d'en revenir à l'usage du méridien de l'Ile de Fer, ou à son anti-méridien, pour les raisons indiquées plus haut; car dans tous les cas, disions-nous, que l'on choisisse l'Ile de Fer, Greenwich ou Paris, le 0 de la graduation des longitudes et le commencement du jour cosmopolite doivent se reporter aux antipodes du lieu adopté.

Ce qui a fait admettre le méridien de Greenwich, c'est qu'il est usité non seulement dans les immenses possessions de l'Angleterre, mais encore aux États-Unis, et par la plupart des marins du globe; mais il n'est pas neutre, puisqu'il est national, et il a l'inconvénient de couper les terres, ainsi que nous l'avons établi.

De plus, avec M. Jean d'Estienne, nous disons que le Congrès de Washington a maintenu à tort « le double

comptage des longitudes, de l'est à l'ouest et de l'ouest à l'est jusqu'à l'anti-méridien. Puisqu'il s'agissait, non d'un pays en particulier, mais du globe terrestre tout entier, et qu'on visait à mettre le système général des longitudes en rapport avec l'heure universelle comptée de 0 à 24, la logique, comme la commodité de l'application, eût voulu qu'on ne s'arrêtât pas à mi-chemin et que l'on comptât les longitudes, soit de 0 à 360 avec le système des degrés, soit de 0 à 400 avec le système des grades ».

Dans son fascicule du mois d'avril 1886, la *Revue des questions scientifiques* a donné au sujet des décisions de Washington, par la plume savante de M. Jean d'Estienne, un intéressant compte rendu auquel le lecteur pourra recourir. « En résumé, dit-il (p. 605), le Congrès de Washington n'a produit qu'une œuvre incomplète. Après avoir proclamé et adopté des principes excellents, savoir : 1° méridien unique, 2° heure universelle, 3° unification du jour astronomique avec le jour civil, 4° extension du système décimal, il a compromis dans l'application le succès de quelques-uns. Jamais l'ensemble des nations de l'univers n'adoptera pratiquement un méridien unique établi au bénéfice principal de l'une d'entre elles : un tel méridien doit être déterminé par des circonstances purement scientifiques. »

C'était là l'unique moyen de produire un résultat définitif, sur lequel il n'y eût pas à revenir.

Arrivons maintenant au Congrès de Géographie qui vient de se tenir à Paris, du 5 au 10 août dernier.

En présence du désaccord qui se manifeste au sujet du méridien initial, notre intention était de présenter à nouveau, dans les discussions du groupe V *(Enseignement)*, nos idées au sujet de l'opportunité d'un méridien initial universel, au point de vue de la cartographie scolaire.

A cette fin, nous avions colorié un exemplaire de notre grand Planisphère commercial, en 24 bandes verticales ou fuseaux de 15 degrés de longitude chacun, correspondant

aux 24 heures de la journée et aux 360 degrés de longitude. Chaque fuseau était marqué d'une des lettres de l'alphabet, depuis A jusqu'à Z (en supprimant toutefois les lettres superflues U et W).

D'après nos idées personnelles, l'anti-méridien de l'Ile de Fer, marquant le commencement de la journée ou minuit ainsi que le saut des dates, portait le chiffre 0, tandis que les chiffres 15, 30, 45 et ainsi de suite s'adaptaient aux autres méridiens, dans le sens de l'est à l'ouest.

En outre, le premier fuseau, compris entre le 0 et le 15e degré, portait la lettre A ; celui de 15 à 30 degrés la lettre B, et ainsi de suite.

Enfin, pour frapper davantage encore l'attention, nous avions appliqué six des couleurs du prisme dans l'ordre suivant, en supprimant l'indigo : violet (fuseau A), bleu (B), vert (C), jaune (D), orangé (E), rouge (F). — La même série se répétait 4 fois pour parfaire les 24 zones horaires.

Telle est la disposition du Planisphère horaire que nous avons présenté au Congrès.

Mais au lieu d'établir les divisions d'après le méridien de l'Ile de Fer, des circonstances, que nous allons rapporer en quelques mots, nous ont fait adopter au dernier moment le méridien initial de Jérusalem.

II. — LE MÉRIDIEN DE JÉRUSALEM.

En effet, quelques jours avant le Congrès, nous recevions la visite du R. P. Tondini de Quarenghi, savant religieux italien de l'ordre des Barnabites, qui voulut bien nous exposer les avantages du méridien initial de Jérusalem, préconisé par lui et présenté par l'Académie des sciences de Bologne.

Ces avantages sont résumés dans les points suivants :

1. Le caractère éminemment international de la ville de Jérusalem est reconnu de tous. Toutes les nationalités

de l'Orient et de l'Occident s'y donnent rendez-vous; de plus, Jérusalem se trouve placée sur la grande route internationale qui, peut-être bientôt, unira l'Europe et l'Afrique avec l'Asie.

2. Ce méridien est le *seul* parmi tous ceux qu'on a proposés jusqu'à présent qui toucherait à toutes les parties du monde. Il couperait dans sa partie continentale une partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, et à l'anti-méridien, une portion de l'Amérique et un archipel de l'Océanie.

3. Il a pour lui une sorte de droit historique. D'après les idées cosmographiques du moyen âge, Jérusalem occupait le milieu de la terre, et dès qu'on introduisit dans la cartographie les méridiens, on la trouve placée sur le méridien central, point de départ par conséquent des longitudes est et ouest.

4. Aussi le calendrier israélite réformé, au IVe siècle, par Rabbi Hillel Hanasi est basé pour son *moled* initial, et conséquemment pour toutes ses lunaisons, sur le méridien de Jérusalem.

5. La Turquie a déjà fait savoir, officieusement du moins, que loin de s'opposer à ce choix, l'amour-propre national ottoman — où nul ne saurait trouver un empêchement — en serait plutôt flatté.

6. Le choix de Jérusalem serait une compensation au sentiment religieux des populations orthodoxes (Russes, Grecs) pour l'abandon, tôt ou tard inévitable, de leur calendrier, en même temps qu'il leur offrirait l'avantage assez considérable que la différence de date amenée par le temps universel serait pour elles presque imperceptible.

7. Le méridien de Jérusalem nous offre un arc sur terre de 92 degrés dans sa partie continentale, et de 10 degrés à l'anti-méridien : en tout 102 degrés. Même en soustrayant toutes les mers qu'il traverse (mer Blanche, mer d'Azoff, mer Noire, mer Méditerranée, mer Rouge), il nous laisse encore 86 degrés de terre ferme.

8. Jérusalem possède déjà un bureau télégraphique et se trouve unie télégraphiquement à tout le reste du monde.

9. La longitude de Jérusalem a été mesurée plusieurs fois et avec le plus grand soin : cette ville se trouve à 32° 52′ 52″ E. de Paris, et à 35° 13′ 7″ E. de Greenwich. Rien de plus facile en tous cas que de répéter l'opération (Voir *Connaissance des Temps)*. Sa situation élevée (environ 800 mètres), outre qu'elle est favorable pour la construction d'un observatoire, en fait, comme l'observe la *Revue britannique*, « un véritable *sanatorium* pour toutes les régions voisines, et un séjour agréable pour la race européenne qui s'y acclimate on ne peut mieux ».

10. Enfin il est bon d'observer qu'il est de tout intérêt pour la science qu'on puisse avoir au moins un observatoire à l'anti-méridien et sur terre habitable. A cette condition satisfait le méridien de Jérusalem, qui n'est, au fond, que le méridien de Behring, mais transporté un peu plus à l'est, pour lui faire traverser l'Alaska, précisément cette région où le changement de date est déjà en usage, ou du moins l'était sous la domination russe.

Telles sont les raisons qui militent en faveur du méridien de Jérusalem.

Voici maintenant les propositions que l'Académie de Bologne a faites sur ce sujet au monde savant :

I. Pour en finir avec les contestations sur le méridien initial, on adopterait celui de Jérusalem, qui a déjà reçu le suffrage d'éminentes autorités savantes, et se recommande par des considérations scientifiques et historiques.

II. Qu'on garde pour la marine et l'astronomie le *statu quo ;* en d'autres termes, qu'on laisse toute liberté aux marins et aux astronomes d'employer le méridien initial qui leur convient davantage.

III. Qu'on introduise dans la cartographie géographique des diverses nations l'usage d'une double graduation, l'une en lignes noires, l'autre en lignes rouges ou en poin-

tillé ; la première se rapportant au méridien national, l'autre au méridien initial universel ou *vice versa*.

IV. Qu'on choisisse un méridien initial ayant un caractère neutre ou, ce qui revient au même, « international », et ne traversant aucun des observatoires déjà existants, vu que cela impliquerait forcément une préférence scientifique de la nation à laquelle il appartient. Qu'on se réserve d'établir *plus tard*, soit un observatoire international à l'endroit qui donnerait son nom au méridien initial, soit une série d'observatoires appartenant à diverses nations le long du même méridien.

V. Qu'on se hâte d'appliquer l'heure universelle *conjointement avec l'heure locale* à la télégraphie. Il ne s'agirait pour cela que d'indiquer dorénavant d'une façon bien distincte sur chaque télégramme, à côté de l'heure locale, celle aussi du méridien initial sur lequel on serait convenu. De cette façon, ceux qui n'éprouvent ni besoin ni désir d'aucune innovation trouveront que tout marche comme auparavant, tandis que les banquiers, les commerçants, les météorologistes, les hommes politiques, les journalistes, etc., auront l'avantage de pouvoir constater sans difficulté l'instant de la remise d'une dépêche, celui d'un fait venant d'arriver, celui de la hausse ou de la baisse des valeurs, enfin la *durée de la transmission* (1).

Le planisphère ci-joint, servant d'*Indicateur universel*, etc., et dû au savant barnabite, nous dispense d'entrer dans plus de détails.

En nous exposant son système, dont l'idée fondamentale satisfait du reste le sens historique autant que le sentiment chrétien, le R. P. Tondini nous parut tellement convaincu et assuré du succès que nous acceptâmes volontiers de faire abstraction de nos idées personnelles pour lui laisser exposer librement les siennes. Son succès eût du reste été le nôtre, car notre désir le plus sincère était

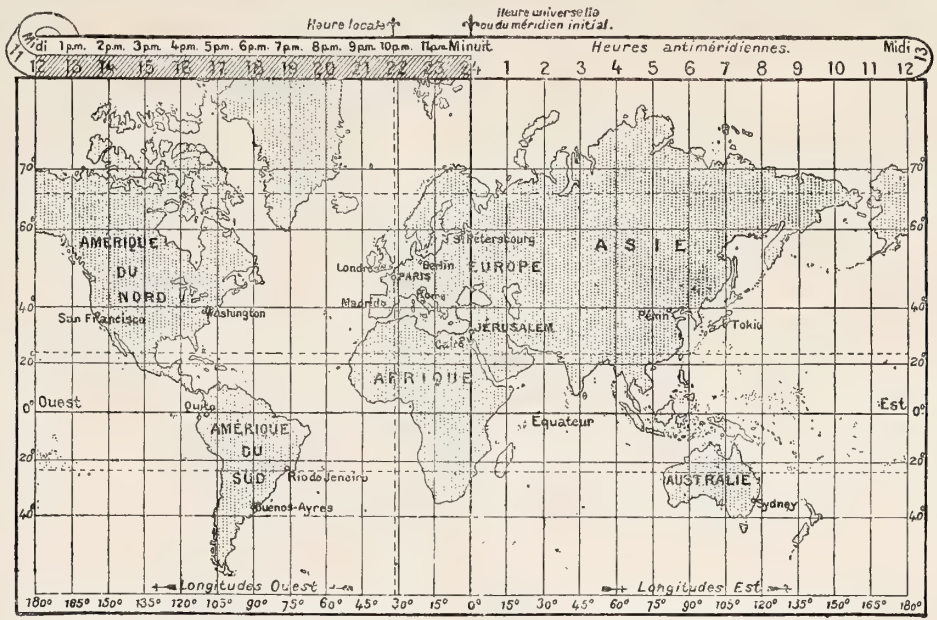
(1) César Tondini de Quarenghi, *Revue française*, 15 juillet 1889.

INDICATEUR UNIVERSEL DE TOUTES LES HEURES DU GLOBE

pour les Bureaux télégraphiques, les Observatoires et les Administrations des services internationaux (1)

Montrant à tout moment du jour et de la nuit, et mises en regard l'une de l'autre :

1° L'HEURE LOCALE; 2° L'HEURE UNIVERSELLE OU DU MÉRIDIEN INITIAL; 3° L'HEURE DE N'IMPORTE QUELLE LOCALITÉ DU GLOBE.



(1) Cette carte est extraite de la *Revue mensuelle d'Astronomie populaire*, juin 1889. — Voir l'explication publiée sous le même titre par le R. P. Tondini (Paris, Gauthier-Villars).

qu'on aboutît à quelque chose. Sur la fin de la dernière séance du 10 août, dans la Commission du groupe I, le R. P. Tondini exposa donc ses raisons, et il le fit avec tant de lucidité et d'érudition que le général russe Kaulbars en fit la remarque, et que M. le professeur Morgan, de la Société royale de Géographie de Londres, félicita également l'orateur ; mais tous deux n'en restèrent pas moins sur la réserve quant aux conclusions, qui eussent été contraires au méridien déjà adopté de Greenwich.

On pouvait espérer que les Français prendraient fait et cause pour un méridien tout autre que le méridien anglais ; mais il arriva tout le contraire. Un savant ingénieur hydrographe de la marine française, sur l'appui duquel le P. Tondini avait cru jusque-là pouvoir compter, le combattit vivement, objectant que l'unification de l'heure et des longitudes n'était pas nécessaire ; — que les marins et les astronomes n'en ont que faire ; — que l'adoption de l'heure universelle n'était pas de la compétence du Congrès ; — qu'en proposant le méridien de Jérusalem, au lieu de deux qui sont en concurrence, on en aurait trois, et que d'autres surgiraient, etc.

Toutes ces raisons spécieuses prouvaient le parti pris d'écarter la question.

Aussi, lorsque le prince de Monaco, président du groupe, mit aux voix la prise en considération de la proposition du P. Tondini, elle faillit être rejetée, et l'eût été certainement sans notre arrivée inopinée au moment du vote. Comprenant le danger, mais arrivant trop tard (nous avions été retenu jusque-là dans le groupe V) pour demander la parole, nous nous hâtâmes de prendre part au vote, ainsi que deux de nos voisins qui d'abord n'avaient pas bien compris la question. Cette intervention suffit pour établir parité de voix pour et contre la prise en considération. Après une contre-épreuve, le président déclara que la proposition n'était ni acceptée ni rejetée, et restait entière. Et ce fut tout.

Si nous relatons ce petit incident du vote, c'est uniquement pour faire voir qu'il s'en faut de bien peu parfois pour faire échouer ou pour arrêter les projets les plus judicieux et préparés avec le plus grand soin. Nous ajouterons même encore un petit détail. Au moment du vote, on lut un télégramme de M. Gromier, directeur de l'*Union méditerranéenne*, se ralliant à la proposition du P. Tondini. A-t-on tenu compte de cette voix, qui en valait plusieurs, puisque M. Gromier parlait au nom d'une association ? S'il y a eu oubli, le vote est moralement acquis à la proposition, laquelle évidemment pourra se représenter dans les congrès ultérieurs.

III. — LE MÉRIDIEN DU DÉTROIT DE BEHRING.

D'autre part, le projet que M. Bouthillier de Beaumont a expliqué au groupe I et dont on peut voir les plans au Champ-de-Mars, n'a pas obtenu plus de succès.

On sait que le savant genevois proposa, vers 1882, de choisir comme initial le méridien du détroit de *Behring*, ou plutôt celui du *Cap du Prince-de-Galles*, terminant au N.-O. le continent américain : il traverse le Pacifique dans sa partie antipodaire pour nous, tandis qu'il coupe l'Europe en passant non loin de Rome et de Venise. Il en résulte, selon l'auteur, l'avantage d'une grande symétrie des terres, l'Europe et l'Afrique étant coupées par le méridien *médiateur*, tandis que l'Amérique et l'Asie se font équilibre à l'ouest et à l'est. Au moyen d'une projection doublement conique, il parvient à dessiner un planisphère où, sauf le *méridien médiateur*, tous les autres méridiens, ainsi que tous les parallèles, sont figurés par des lignes courbes. La sphère est donc développée en un seul plan ; toutes les terres restent dans leur position respective, en conservant des surfaces équivalentes, ce qui est un avantage, mais les figures sont nécessairement déformées.

M. de Beaumont porte le 0° de longitude, ainsi que le chiffre horaire XII, sur le méridien extérieur du Cap du Prince-de-Galles, d'où s'avancent vers l'est les autres chiffres de 15°, 30°, etc., jusqu'à 360° = 0°. Le 180°, méridien médiateur, passe en Italie et porte un second chiffre horaire de XII heures, marquant le midi international, lorsque celui du Cap du Prince-de-Galles marque le minuit.

Ainsi, lorsqu'il serait midi à Venise, Rome, Leipzig, Copenhague, on aurait (approximativement) vers l'est, à Berlin 12 h. 4′, à Saint-Pétersbourg 1 h. 12′, à Batavia 6 h. 18′ du soir ; — vers l'ouest, à Paris 11 h. 20′, à Londres 11 h. 10′, à Washington 6 h., à San-Francisco 3 h. du matin.

D'après ce système, « la division des longitudes est donnée par heures (15 degrés), et la numération des longitudes est faite en deux séries de 12 heures vers l'est et vers l'ouest, à partir du *midi du jour cosmopolite*, situé au centre de l'Europe (près Rome et Venise ?), à 180° du méridien du détroit de Behring (cap Prince-de-Galles). Il établit l'heure universelle par l'inscription continue des longitudes, à partir d'un seul méridien de départ présentant les antipodes sur les mêmes heures et exprimant pour chaque point du globe sa place dans l'heure universelle par l'heure locale de son méridien ».

Il s'ensuit « que les chemins de fer et les télégraphes, prenant l'heure de la longitude de toutes les stations traversées, fixeraient leurs mouvements et établiraient leurs horaires sur une marche non interrompue de nation à nation dans tous les sens ».

Tel est le projet de M. Bouthillier de Beaumont, d'après les notes écrites sur son plan exposé au Champ-de-Mars, et dont nous regrettons de ne pouvoir donner le dessin.

IV. — LE MÉRIDIEN DE GREENWICH.

Arrivons enfin aux propositions d'un savant autrichien, M. Schram, privat-docent à l'université de Vienne.

Les idées de M. Schram sont parfaitement exposées dans un mémoire que M. Ernest Pasquier, professeur à l'université de Louvain, a bien voulu nous adresser dernièrement, et qui du reste a déjà fait l'objet d'une courte note dans la *Revue des questions scientifiques* (n° de juillet dernier).

M. Pasquier, se plaçant au point de vue du service des chemins de fer, est convaincu de la nécessité de l'unification de l'heure, comme nous le sommes nous-même en considérant l'utilité de l'enseignement de la géographie. Le savant professeur fait remarquer les embarras qu'éprouvent les voyageurs au long cours, lorsqu'ils ont à traverser des pays ou à prendre diverses lignes de voies ferrées soumises à des heures locales les plus discordantes.

Voici sommairement le système proposé par M. Schram et adopté par M. Pasquier :

Comme dans les deux premiers projets cités plus haut, toute la terre est divisée en 24 fuseaux de 15 degrés chacun. Chaque fuseau est non seulement marqué d'une lettre de l'alphabet latin, mais cette lettre est l'initiale d'un nom propre d'accident géographique : île, mer, golfe, ville, etc., situé dans le fuseau même et choisi principalement pour servir de repère. Le fuseau initial ou central a pour axe le méridien de Greenwich et s'étend à l'est et à l'ouest de 7° 1/2. Il reçoit la lettre U, initiale du mot *Universel,* parce qu'il détermine l'heure universelle et internationale.

Les fuseaux suivants portent les autres lettres alphabétiques, accompagnées des noms géographiques choisis, et ils se succèdent vers l'est dans l'ordre ci-après :

Fuseaux : A (désigné par la mer *Adriatique*, et allant de 7° 30′ à 22° 30′ E. Greenwich);
— B *Bosphore* (détroit de Constantinople) ;
— C *Caucase* (monts) ;
— D *Daria* (fleuve du Turkestan) ;
— E *Elephanta* (petite île de la côte de l'Hindoustan) ;
— F *Fakirs* (Inde, pays des) ;
— G *Gobi* (désert) ;
— H *Hoang-ho* (fleuve chinois) ;
— J *Japon ;*
— K *Kouriles* (îles) ;
— L *Loyalti* (îles) ;
— M *Médium* ou *Milieu*, anti-méridien de Greenwich.

En continuant dans le même sens, mais dans l'hémisphère occidental, on trouve :

Fuseaux : N *Nouniwak* (petite île de l'Alaska) ;
— O *Otahiti* (île Tahiti) ;
— P *Pitcairn* (îlot océanien) ;
— Q *Quadra-et-Vancouver* (île) ;
— R *Rocheuses* (montagnes) ;
— S *Supérieur* (lac canadien) ;
— T *Tolima* (volcan colombien) ;
— V *Vincent* (île *Saint-*), des Antilles ;
— X *Xingu* (fleuve brésilien) ;
— Y *Young* (baie du Groënland) ;
— Z *Zighinchor* (localité sénégalienne).

Total : 24 fuseaux ou zones, dont 12 à l'est et 11 à l'ouest du fuseau de Greenwich, qui compte pour le 1er ou le 24e.

A première vue, il semble puéril de désigner ainsi les fuseaux par des noms, dont plusieurs ne signifient pas

grand' chose dans la géographie politique. Cependant cette nomenclature aide à fixer davantage les positions relatives, et nous pensons que les écoliers surtout s'en trouveraient très bien, sauf peut-être à changer quelques appellations.

Notons que, dans le système horaire, chaque fuseau de 15 degrés est en avance ou en retard d'une heure sur ses voisins. Lorsqu'il est midi, par exemple, dans le fuseau de Greenwich, il est une heure après-midi dans le fuseau A, deux heures dans B, trois heures dans C et ainsi de suite ; minuit existe pour le fuseau *médium* ou M. Les douze premiers fuseaux étant à l'est, sont en avance sur Greenwich, tandis que les onze fuseaux suivants, étant à l'ouest, sont en retard : le fuseau N est en retard de 11 heures, O de 10 heures, P de 9 heures. ...X, Y, Z, de 3, de 2 et de 1 heures. Quant aux minutes, elles sont les mêmes dans un temps donné pour tous les fuseaux, ce qui est aussi un grand avantage.

Comme on le voit, c'est une extension du système américain.

On sait qu'en 1883, les soixante-quinze directeurs des compagnies de chemins de fer de cet immense pays, pour échapper au chaos d'autant d'heures différentes suivies jusque-là, convinrent de choisir cinq heures normales basées sur le méridien de Greenwich. Ils obtinrent ainsi l'*Intercolonial Time* (temps), à 60° ouest ; l'*Eastern Time*, à 75° ; le *Central Time*, à 90°, le *Montain Time* à 105°, et le *Pacific Time*, à 120°. Ces temps sont en retard respectivement de 4, 5, 6, 7 et 8 heures par rapport au temps de Greenwich. Les limites des zones d'application suivent plutôt les limites des États que les méridiens. Plusieurs indicateurs de chemins de fer adoptent la division de la journée en 24 heures, au lieu de deux fois 12 heures, et le public en est satisfait.

Ce système horaire est appliqué, non seulement aux États-Unis et au Canada, mais encore au Japon et en Suède, et comme il est basé sur le méridien de Green-

wich, il s'appliquera nécessairement aux nombreuses possessions anglaises répandues dans toutes les parties du monde. C'est, du reste, ce qui assure le succès du méridien anglais. D'après MM. Schram et Pasquier, il y aurait donc lieu de le généraliser pour toutes les nations de la terre.

D'ailleurs, les 24 fuseaux se réduiraient eux-mêmes pratiquement à 16 ou 17, car il y en a plusieurs qui ne s'appliquent qu'à des portions océaniques ou à des territoires peu importants. En outre, chaque fuseau étant de 15 degrés de longitude, engloberait généralement, surtout en Europe, plusieurs États ou pays qui auraient une même heure normale. Ainsi le fuseau U, *Universel*, comprendrait non seulement les Iles Britanniques, mais encore la Hollande, la Belgique, la France, l'Espagne, le Portugal, le Maroc, l'Algérie, etc., dont les horloges pourraient sans grand inconvénient marquer l'heure de Greenwich, puisque l'écart avec l'heure locale ou nationale de ces pays n'excéderait guère 20 à 40 minutes au plus. L'heure normale ne diffère que de 9 minutes de l'heure de Paris, de 17 minutes de celle de Bruxelles.

De même, le fuseau A renfermerait la Suède, la Norwège, le Danemark, l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie, la Tunisie, etc., dont les horloges seraient d'une heure en avance sur celles du fuseau U. —Le fuseau B comprendrait la Russie, la Turquie, l'Égypte, le Congo belge, avec une avance de deux heures, et ainsi de suite.

C'est en cela même que la division du globe en fuseaux horaires deviendrait intéressante dans l'enseignement, car les élèves apprendraient ainsi la position relative des divers pays, en même temps que la notion des longitudes, greffée sur celle des heures.

Notez encore que les fuseaux ne s'arrêteraient pas nécessairement aux méridiens qui les limitent théoriquement, mais pourraient suivre les frontières de certains pays pour ne pas les scinder et pour englober, par exemple, les différentes provinces de l'Autriche dans le fuseau

qui renferme la capitale du pays. L'heure de Saint-Pétersbourg est déjà imposée aujourd'hui à toute la Russie d'Europe ; l'heure de Vienne et celle de Berlin le seraient à leurs empires respectifs, avec une avance d'une heure cosmopolite sur les horloges de Greenwich.

Remarquons enfin que, d'après le système de M. Schram, « dans la supputation d'un temps, — et cette notation serait avantageusement appropriée au service télégraphique, — l'initiale du mot qui définit le fuseau pourrait accompagner le nombre qui représente les heures, de manière à préciser symboliquement de quelle espèce de temps il s'agit. C'est ainsi que 10 heures 50 minutes (temps *adriatique)* correspondant à 9 heures 50 minutes (temps *universel)* et à 11 heures 50 minutes (temps *bosphorique),* on pourrait écrire en abrégé :

$$9^{U}50^{m} = 10^{A}50^{m} = 11^{B}50^{m}.$$

» Certes, la proposition de M. Schram est très rationnelle en principe, et il est à souhaiter qu'on entre résolument dans la voie qu'il a tracée. Toutefois, il faut bien le reconnaître, ajoute M. Pasquier, pour le moment, cette question de la dénomination des fuseaux est relativement accessoire ; l'essentiel est de tendre à la généralisation de la chose elle-même, la répartition de la terre en fuseaux. Pour nous, cette généralisation offrirait les avantages que voici :

» 1° Si le système américain était généralisé, au lieu de cette multiplicité innombrable d'heures en usage dans les divers pays, il n'existerait plus, en tout, que 24 heures différentes ; en fait, ce nombre serait même réduit à 17, puisque 7 fuseaux ne comprennent guère que des îles relativement peu importantes.

» 2° Le passage d'un temps à l'autre se ferait aisément, puisque, par toute la terre, les horloges marqueraient même minute et même seconde au même instant physique ; pour passer du temps d'un fuseau à celui d'un autre, il

suffirait donc d'ajouter ou de retrancher un nombre entier d'heures.

« 3° Ce passage d'un système d'heures à un autre se ferait assez rarement, puisque les méridiens formant la limite de démarcation des divers fuseaux seraient théoriquement séparés les uns des autres de 15° de longitude.

« 4° La plupart des nations adoptant déjà le méridien de Greenwich pour leur marine, le passage de l'heure des chemins de fer à celle de la marine serait, à son tour, aussi simple que possible (1). »

Résumons. Nos préférences sont tout d'abord pour le méridien initial de Jérusalem; en cas d'échec de celui-ci, si l'on tient à un méridien vraiment neutre et océanique, nous votons pour celui de l'Ile de Fer. Mais, à leur défaut, nous souscrirons volontiers, soit pour celui de Greenwich, d'autant qu'il est déjà le plus employé, soit enfin pour tout autre qui présenterait de plus grands avantages.

Ce qui importe pour nous, c'est 1° que la cartographie scolaire sache à quoi s'en tenir pour le méridien de départ dans les projections des cartes murales et des atlas, ainsi que pour le numérotage des longitudes.

C'est 2° que, par l'établissement d'une *heure cosmopolite* (sans détruire l'heure locale) et de la division du globe en *fuseaux horaires,* les professeurs trouvent moyen d'intéresser leurs élèves à la notion, aujourd'hui lettre morte, des longitudes, notion greffée sur celle des heures relatives des divers pays du monde.

C'est ce que nous réclamons au nom de notre enseignement populaire, comme d'autres l'ont réclamé au nom du service maritime ou des chemins de fer, de la télégraphie, de la téléphonie, de la météorologie et autres sciences spéculatives ou pratiques.

F^re^ ALEXIS M. G.

(1) *De l'unification des heures dans le service des chemins de fer*, par Ernest Pasquier. Louvain, 1889.

LE PAVILLON FORESTIER
DU TROCADÉRO
A L'EXPOSITION UNIVERSELLE

I

APERÇU HISTORIQUE SUR LES EXPOSITIONS FORESTIÈRES ANTÉRIEURES.

Comme les livres, les expositions ont leurs destinées : *habent sua fata*. Cela semble surtout vrai pour les expositions forestières, si nous désignons ainsi celles qui sont organisées par l'initiative et les soins du service public des Forêts.

Lors de la première Exposition universelle qui eut lieu en France, celle de 1855, il n'y eut ni chalet, ni pavillon forestier, ni collection technique d'aucune sorte exposée par l'Administration. Ce n'est point qu'on n'y eût pas pensé. Mais à quoi peut servir une exposition universelle des produits forestiers ? s'était-on demandé ; de quelle utilité cela peut-il être (1) ? Et l'on avait conclu que les frais qui seraient faits à ce sujet ne devant pas représenter

(1) Cf. *Annales forestières*, année 1855, p. 230.

un équivalent service rendu, il n'y avait pas lieu d'effectuer cette dépense. Il n'y eut donc, en 1855, en matière d'exposition forestière, que les collections de bois exotiques fournies séparément par diverses colonies étrangères de l'Australie, du Sud-Africain et de l'Amérique, jalouses de faire connaître les produits de leur sol. Mais ces collections, isolées les unes des autres, sans lien entre elles, sans plan préconçu, le plus souvent sans méthode bien accusée, formaient sans doute des « exhibitions » de bois étrangers; elles ne constituaient pas, à proprement parler, une exposition forestière.

Et cela constituait une lacune.

On s'en plaignit.

« Imaginons, fut-il fait observer, qu'on eût réuni au Palais de l'Industrie des échantillons de toutes les espèces d'arbres forestiers, avec les feuilles, les fleurs et les fruits; qu'on y eût joint une notice indiquant la provenance des bois, l'étendue approximative des massifs dans lesquels on les aurait pris, leur utilité dans les arts, leurs prix de revient ; qu'on eût accompagné ces collections de spécimens de tous les objets fabriqués en forêt et des modèles des divers instruments de culture et d'exploitation sylvicole : n'est-il pas vrai qu'un étalage de ce genre eût été d'un bon effet, qu'il eût donné une idée utile du rôle que joue le bois dans le mouvement social ; qu'il eût été avantageux pour l'industrie et le commerce, en leur indiquant des éléments d'action dont ils ignorent peut-être l'existence ; qu'il eût permis enfin de résoudre bien des questions controversées de botanique forestière (1) ? »

Ces réflexions furent sans doute une semence qui germa dans les esprits et fut féconde. Dès 1860, à l'occasion d'un important concours national d'agriculture, l'École de Nancy, sinon l'Administration forestière elle-même, fut honorablement représentée par une exposition qui excita

(1) *Loc. cit.*, même année, même page.

la curiosité et attira l'attention bienveillante des visiteurs: collection de tous les bois indigènes en échantillons ingénieusement disposés pour l'étude; pièces de bois de marine rangées autour d'un modèle démontable d'un vaisseau de l'État ; instruments et outils employés tant pour la culture et la gestion que pour l'exploitation des bois ; enfin magnifiques cartes forestière et géologique comparées de la France, composaient un ensemble qui provoqua l'examen approfondi et les éloges de nombre de professeurs, d'ingénieurs et de savants, parmi lesquels on peut citer des noms comme J.-B. Dumas, Brongniart, Milne-Edwards (1).

La province ne tarda pas, à l'occasion des concours agricoles régionaux ou d'horticulture, à suivre cet exemple. Niort, Nice et Ajaccio, en mai 1865, Mende en mai 1866 et Troyes au mois de septembre de la même année, eurent leurs expositions forestières locales. On agissait de même à l'étranger ; et dans d'importants congrès agronomiques qui eurent lieu à Cologne en mai 1865, et à Vienne au même mois de l'année suivante, une place importante fut occupée par la sylviculture et tout ce qui se rattache à l'art forestier. Aussi dès que l'on commença à préparer en France l'Exposition universelle de 1867, fut-il sans hésitation décidé que l'Administration des forêts y prendrait part.

La coopération de ce corps administratif fut assurée par le concours de M. Mathieu, le savant naturaliste, alors sous-directeur à l'École de Nancy, qui avait brillamment coopéré déjà à l'Exposition de 1860, et de M. le conservateur des forêts de Gayffier, alors sous-chef à la Direction générale. C'était la reproduction amplifiée et accrue de ce qui avait paru aux yeux du public plus spécial et plus restreint du concours national d'agriculture. Mais un élément nouveau et important y avait été ajouté : l'œuvre de

(1) *Loc. cit.*, année 1860, p. 252. Article signé : *G. Serval.*

l'extinction des torrents et du reboisement des montagnes avait été décrétée par les lois des 28 juillet 1860 et 20 juin 1864, et l'exposé des périmètres à restaurer et des travaux déjà entrepris était représenté, dans l'exposition forestière, sous les divers aspects de cartes, vues, plans en reliefs, etc.

Toutefois, noyée dans les vastes proportions de l'ensemble, un peu perdue dans une salle que rien de bien saillant ne distinguait des salles voisines, cette exposition, d'un caractère à peu près exclusivement scientifique, fut peut-être moins remarquée qu'elle ne méritait de l'être, de la part d'un public aussi mêlé et aussi cosmopolite que celui d'une exposition universelle. Sans doute elle recueillit les suffrages des gens du métier et des hommes de science et d'étude ; mais si elle ne passa pas à peu près inaperçue pour le gros de la foule, du moins ne fut-elle remarquée qu'à l'égal des autres collections de produits ou d'objets forestiers fournis par les particuliers ou par les autres nations exposantes. Elle le fut assez cependant pour que la tradition nouvelle de la participation des forêts et de la sylviculture aux expositions et concours agricoles s'en trouvât affermie. Et c'est à la Belgique que revient l'honneur de l'avoir continuée.

La Société agricole de Namur crut devoir ajouter, à son exposition quinquennale d'août 1869, une section de sylviculture, et devenir par là *forestière* en même temps qu'agricole. Les forestiers français furent confraternellement admis à prendre part à ce concours ; plusieurs y furent l'objet de flatteuses récompenses ; et, comme il arrive toujours aux Français qui visitent la Belgique, tous rapportèrent de l'hospitalité belge le plus cordial et le plus affectueux souvenir (1).

En mai 1870, le concours régional de Clermont-Ferrand eut aussi son exposition forestière, dont l'objet principal

(1) Cf. *Revue des eaux et forêts*, année 1869, pp. 361 et suiv.

était de mettre en relief les résultats des importantes opérations de reboisement exécutées dans le Puy-de-Dôme par le service forestier, grâce au concours éclairé du Conseil général et de la Société d'Agriculture de ce département.

Les douloureux événements qui marquèrent la fin de l'année 1870 et les premiers mois de 1871 apportèrent fatalement un certain ralentissement à cette branche de l'activité comme à toutes les autres. Mais en 1873, une nouvelle Exposition universelle fut organisée à Vienne, et la sylviculture y tint une large place. Non seulement une brillante — on pourrait dire une imposante — exposition forestière y fut installée par les soins des administrations des divers pays du vaste empire austro-hongrois, principalement de l'administration hongroise ; mais de plus, un congrès agricole et forestier international y fut institué et y fonctionna du 19 au 24 septembre. Le savant M. Mathieu avait été chargé d'y représenter l'Administration des forêts française. Nous n'avons pas à nous en entretenir ici. D'ailleurs M. Mathieu en a publié un compte rendu détaillé et très complet, en une série d'articles de la *Revue des Eaux et Forêts* (1), où l'on peut les consulter.

Ces solennités forestières eurent, dès l'année suivante, sur une échelle beaucoup plus modeste, à la vérité, un heureux contre-coup en France. La sylviculture y fut représentée, en 1874, à une exposition horticole organisée à Corbeil par le département de Seine-et-Oise, et aux concours régionaux d'Auxerre et de Mende ; en 1876 à Gap, où, dit la *Revue* déjà citée, « l'intérêt du concours régional se concentrait principalement sur l'exposition que le service forestier y avait installée dans un élégant chalet (2) » ; en 1877, d'une façon plus brillante encore, bien qu'à un point de vue différent, au concours régional des départements du nord réuni à Compiègne.

(1) Livraisons de mai, juin, juillet, août et septembre 1874 ; soit t. XIII, pp. 145, 193, 233, 273 et 313.

(2) Année 1876 (juillet), p. 251.

Enfin 1878 vit la troisième Exposition universelle française. Cette fois, ce n'était plus dans une salle toute semblable aux autres salles que l'on installait la partie de l'exposition forestière capable d'attirer l'attention et de captiver l'intérêt du grand public. On avait construit sur les pentes du Trocadéro, à main droite en tournant le dos à la Seine, un vaste et élégant chalet entouré d'une sorte de jardin forestier rempli de jeunes arbres verts tant indigènes qu'exotiques. De légères colonnettes en bois finement équarri soutenaient les auvents de la toiture. Tout était en bois travaillé dans cette construction; seule une annexe destinée au logement des gardes et aux appareils des *fruitières* (fromageries) était en bois brut. Le bâtiment principal était en bois et disposé dans le style des chalets suisses. Là, les collections pittoresquement disposées; les plans-reliefs de forêts en montagne, de torrents et ravins avant et après les travaux de correction; les *fac-simile* des dunes de l'ouest et des travaux de leur fixation par des semis forestiers; les peintures, les vues photographiques; les panoplies d'outils et d'objets en bois ouvré; les têtes de cerfs, de loups, de sangliers, de chevreuils, et mille autres objets étaient disposés avec un art merveilleux pour frapper le regard et exciter la curiosité.

Le succès fut immense. La foule se succédait sans interruption au *Chalet forestier*, tandis que la salle du Champ-de-Mars, voisine de l'avenue Rapp, plus spécialement affectée à la partie technique et scientifique de l'exposition sous cette rubrique : *Groupe V, Classe 44, Produits des exploitations et des industries forestières,* n'attirait guère qu'un public spécial et restreint. Nous avons assez longuement rendu compte, en son temps, de l'art forestier et de ses produits à l'Exposition universelle de 1878 (1), pour qu'il n'y ait pas lieu de nous y étendre de nouveau. Mais il était utile d'en rappeler le souvenir, en raison de l'élan

(1) *Rev. des quest. scient.*, tome IV, pp. 513 et suiv., et tome V, pp. 155 et suiv., livraisons d'octobre 1878 et de janvier 1879.

beaucoup plus prononcé qui ne tarda pas à s'ensuivre dans la plupart des expositions locales ultérieures. Le public avait pris goût à ce genre d' « exhibition » ; et bientôt il n'y eut plus pour ainsi dire, dans tout centre quelque peu forestier, de concours agricole possible, de solennité horticole acceptable, sans que l'éclat en fût rehaussé par une exposition forestière.

Évreux, dans son concours régional d'agriculture, Bourges, dans une exposition horticole annexée au concours, eurent, en 1879, chacun un étalage des produits naturels ou mis en œuvre du sol forestier, réminiscences en petit de l'exposition de l'année précédente à Paris.

En 1880, ce fut lors des concours régionaux de Bar-le-Duc, de Besançon (mai et juin), du Mans, de Nevers et de Clermont-Ferrand (août et septembre), que l'opinion voulut voir accroître l'attrait de ces fêtes de l'agriculture par l'adjonction d'un « chalet forestier ». Nous avons eu occasion de raconter en détail, dans la *Revue des questions scientifiques,* — sous cette signature anonyme : « Un ami des forêts », — ce que fut alors l'exposition forestière de cette dernière ville (1).

Alger (avril), Annecy et Pau (mai et juin), eurent officiellement, en 1881, une section de sylviculture à leurs concours régionaux. Épinal, Nîmes et Tours en eurent aussi, mais comme annexes à des expositions industrielles ou horticoles organisées à cette occasion.

Il en fut de même, en 1882, à Niort, en 1883, à Blois, à Foix et à Troyes, tandis qu'Aubenas (Ardèche), Auxerre et Draguignan en la première de ces deux années, Digne en la seconde, produisaient leurs expositions forestières comme parties intégrantes des concours agricoles auxquels elles étaient annexées. Celle d'Auxerre, avec son chalet tout revêtu à l'extérieur de bois bruts de diverses couleurs et entouré de rocailles et de plantations d'arbres

(1) *Une exposition forestière improvisée,* dans la Rev. des quest. scient., octobre 1880, tom. VIII, p. 466.

divers, fut particulièrement remarquée, ainsi que celle de Blois, où le traditionnel chalet avait été remplacé avec à propos par le modèle d'un atelier de fendeurs blésois placé sur un terrain mouvementé, planté d'arbres et de gazon et traversé par un cours d'eau.

Ce fut, en 1884, le tour de Gap, du Puy et de Tarbes, officiellement; et, officieusement, de Carcassonne, d'Épernay, d'Orléans et de Rouen.

Mais ce goût pour la mise en scène de la sylviculture dépassait les limites de la France.

La Société d'arboriculture d'Édimbourg organisa en ce sens, cette année-là même, une exposition internationale qui attira un grand concours de concurrents et de public. L'année suivante, ce fut le tour d'Anvers, puis, en 1886, de Buda--Pesth, et enfin de Barcelone, en 1888.

Cependant, sur une échelle moindre, les mises au jour des produits de la culture et des industries forestières suivaient leur cours en France : à Beauvais, à Moulins, à Valence, à Vesoul et surtout à Nancy, en 1885 ; derechef à Bourges et à Clermont-Ferrand, en 1886, ainsi que, pour la première fois, à Chambéry et à Sedan; à Bougie et à Toulouse, en 1887; enfin, en 1888, à Autun et à Épinal.

Ces expositions étaient toutes organisées, en France, par le service forestier, mais presque toujours à la sollicitation du public, soit par la voix des administrations municipales ou départementales, soit par celle de sociétés locales, les unes et les autres offrant ou tout au moins accordant leur concours financier. Ces solennités sylvicoles d'ailleurs se ressemblaient toutes plus ou moins. A l'exception de celle de Blois, installée dans un spécimen d'atelier de fendeurs, et de Toulouse, pour laquelle l'Académie des sciences de cette ville avait gracieusement prêté une de ses salles, c'était toujours dans l'intérieur et autour d'une construction rustique en planches plus ou moins revêtues d'écorces, de mousse, de branchages et

de verdure, que les collections étaient disposées. Il y avait même un certain « chalet démontable », dont l'administration centrale envoyait de Paris les pièces à ses agents de province, et qui fut remonté successivement, à des intervalles convenablement espacés, dans plusieurs villes suffisamment distantes les unes des autres. On ne voit pas d'ailleurs, à vrai dire, que ni la science ni l'industrie, en matière forestière, en aient retiré grand profit pratique.

II

PROGRAMME POUR 1889 ET DESCRIPTION DU PAVILLON DES FORÊTS.

Telle était la situation lorsque, l'Exposition universelle de 1889 étant décidée et en voie d'organisation, l'Administration forestière dut se préoccuper de s'y faire représenter convenablement. On n'en était plus, comme aux approches de celle de 1855, à se demander : « De quelle utilité cela peut-il être ? » Utile ou non, ce genre d'exposition étant entré dans les goûts du public, — nous allions dire : dans les mœurs, — se soustraire à donner satisfaction à ce goût eût semblé une désertion, surtout alors que des bruits de mesures désorganisatrices attribuées, à tort ou à raison, à certains ministres de l'Agriculture, semblaient sonner à peu lointain délai le glas funèbre de notre domaine forestier.

Toutefois la tâche était passablement délicate. Car s'il était impossible, dans cette spécialité comme dans la plupart des autres, d'éviter toute répétition, toute redite, du moins fallait-il que l'aspect général ne parût pas être une simple copie plus ou moins amplifiée des innombrables chalets ou constructions rustiques et de leurs collections sylvicoles qui, depuis vingt ou vingt-cinq ans,

s'étaient succédé sur tous les points de la France. M. le conservateur de Gayffier, qui s'était déjà si heureusement acquitté de sa tâche dans l'organisation de la partie forestière des expositions universelles de 1867 et surtout de 1879, était tout désigné pour recevoir cette mission. Il fut officiellement délégué à cet effet, sous la présidence de M. l'inspecteur général Sée et avec le concours de MM. René Daubrée et Thil, inspecteurs, et d'un jeune architecte, M. Lucien Leblanc. En outre, M. Demontzey, inspecteur général chargé du service de la restauration des montagnes, eut ultérieurement à s'occuper de la partie de l'exposition relative à cette branche spéciale du service forestier.

Le programme, tel qu'il avait été présenté au Parlement à l'appui de la demande des crédits nécessaires, lesquels furent votés le 18 mai 1888, peut se formuler de la manière suivante :

L'exposition forestière devait présenter un caractère à la fois scientifique et industriel, et comprendre notamment :

Des notices statistiques sur les conditions forestières de chacun des départements de France et d'Algérie;

Un atlas départemental des forêts domaniales et communales;

Des échantillons permettant de suivre le développement de chacune de nos essences forestières, d'étudier ses maladies, ses vices, les insectes qui l'attaquent, d'apprécier enfin ses qualités et ses divers emplois;

Des notices et tableaux sur l'enseignement forestier, les observations météorologiques, les expériences de la station de recherches de l'Ecole forestière, etc. ;

Des procès-verbaux d'aménagement et des plans des principaux massifs forestiers ;

Une carte générale des périmètres de reboisement, accompagnée de reliefs et de vues photographiques des torrents et des travaux ;

Des vues dioramiques destinées à « vulgariser » les travaux de reboisement, etc.

Si l'on se fût conformé exactement au catalogue général de l'Exposition universelle, ces divers sujets, documents et produits eussent été disséminés dans un grand nombre de « classes » (16, 42, 43, 49, 82, etc.). Dès lors la partie forestière de ce vaste ensemble perdait toute unité, chacune de ses spécialités se fondant en quelque sorte da nsl'unité de la classe dont elle ressortissait. On avait d'ailleurs l'exemple de 1878, où la partie purement technique avait été peu remarquée au « Groupe V, Classe 44 », tandis que l'exposition du chalet du Trocadéro avait obtenu un succès constant de curiosité et de vogue.

Il fut donc décidé que l'exposition forestière de France et d'Algérie serait, en 1889, groupée et réunie en un nouveau « chalet », et l'on obtint, à cet effet, du Ministre un emplacement de 3500 mètres situé sur les pentes du Trocadéro, non plus, comme en 1878, à droite, mais à main gauche en sortant du pont d'Iéna.

Tandis que, sur tous les points du territoire, le personnel forestier travaillait à préparer et à réunir les documents et échantillons demandés, M. de Gayffier avait à construire et à disposer le local destiné à les recevoir. Le cas ne laissait pas d'être embarrassant. Comment faire pour que le fameux *chalet* ne ressemblât point par quelque côté à ses innombrables devanciers de Paris et des départements, et conservât cependant le caractère agreste, rustique, exigé par le sujet comme par la couleur locale ? L'habile organisateur eut alors l'heureuse inspiration de remplacer le traditionnel chalet proprement dit, devenu banal, par une sorte de monument grec, mais du style de la plus ancienne époque, de celle où les Doriens, descendant des montagnes boisées de la Thessalie, trouvaient dans les arbres de leurs forêts la première idée de la

colonne *(columna,* de *columen,* soutien, support), et la formaient d'abord des troncs de ces mêmes arbres (1).

Sur un tertre, coquettement disposé dans l'emplacement désigné et dont les pentes gazonnées sont plantées, de place en place, de conifères exotiques, s'élève aujourd'hui la construction projetée. Le plan est un vaste parallélogramme rectangle, d'une longueur de quarante-deux mètres sur dix-huit mètres de largeur, auquel donnent accès deux avant-corps ou avancements à pignon formant vestibules, et mesurant à l'intérieur chacun 6 mètres sur $7^{m}35$. — Un escalier taillé dans le sol, et dont les marches sont maintenues en travers par des tronçons de branches non écorcés, conduit à chacun d'eux en même temps qu'à une galerie à jour de $3^{m}50$ de large, qui entoure l'édifice sur trois de ses quatre façades.

Arrêtons-nous quelques instants à cette galerie : son bord extérieur est formé d'une belle colonnade de troncs d'arbres, soutenant une galerie de premier étage ouverte seulement sur la salle intérieure. Les parois sont revêtues, entre des pilastres semblables aux colonnes, de baguettes et demi-rondins entrecroisés, et disposés, d'après leur essence, de manière à former une heureuse harmonie par le contraste des teintes variées de leur écorce. Les plafonds sont ornés de même : et, aux deux vestibules, de vieilles souches de chêne, que le temps a rongées jusqu'au cœur, forment comme des sortes de pendentifs en leur milieu. Au flanc de l'escalier de gauche et sous la

(1) Cf. Charles Blanc, membre de l'Institut : *Grammaire des arts du dessin.* — *Architecture.* Paris, 1870.

Les temples les plus anciens de la Grèce étaient construits, pour tout ou partie, en bois, ainsi qu'en témoignent Euripide, Polybe, Pline, Pausanias. " Le temple de Junon à Métaponte dans la Grande-Grèce, le temple de Neptune à Mantinée, étaient portés sur des colonnes de chêne ou d'autre bois. A Éphèse, le fameux temple de Diane fut aisément brûlé par Érostrate, parce que la couverture était en bois de cèdre. „ L'ancienneté même des colonnes en bois leur donnait un caractère sacré ; Pausanias affirme qu'elles étaient souvent conservées, comme des modèles vénérables, dans les édifices de pierre qui avaient succédé aux temples primitifs en bois. *Loc. cit.*, p. 166.

portion de la galerie extérieure qui lui correspond, a été disposé un petit amoncellement de rochers formant grotte; de la voûte de celle-ci s'échappe une nappe d'eau qui tombe en susurrant dans un bassin garni de plantes aquatiques.

Au-dessus de la colonnade extérieure, les parois de la galerie du premier étage sont ornées dans le même goût que celles du rez-de-chaussée, et devant chaque fenêtre se voit un élégant balcon dont la balustrade est principalement formée de rondins de bouleau ; leur écorce blanche tranche sur celle, plus sombre, des pieds-droits et des pilastres avoisinants. Sous l'auvent de chaque pignon, le mot FORÊTS est inscrit en grands caractères faits d'écorce aplanie, ici d'un brun fauve tranchant sur la teinte claire du cartouche également d'écorce qui les contient, là au contraire, d'un ton blanc se détachant sur un fond sombre.

Après avoir parcouru du regard l'extérieur du Pavillon, voyons son intérieur. Nous voici dans une grande salle, longue de trente-trois mètres et demi et large de quatorze, éclairée par le faîte de la toiture. Tout autour, et dans le même ordre qu'à l'extérieur, règnent des troncs d'arbres supportant le bord intérieur de la galerie qui forme le premier étage. Des pilastres de même aspect leur correspondent sur les parois. Le détail de ces supports est plus soigné qu'au dehors ; ils reposent sur des bases consistant en rondelles de même bois, mais un peu plus larges, et le pied est dissimulé par un double tore fait de cordes de tilleul de grosseur inégale. En haut, des rameaux habilement agencés dessinent un chapiteau à jour de forme dorique, le tout supportant des entablements complets, avec architrave, frise et corniche, revêtus d'écorces aplanies et disposées en dessins réguliers. Dans chaque travée ou entre-deux de cette colonnade, on voit des panoplies dont nous examinerons plus loin le détail. Auparavant décrivons, dans notre vaste salle, le deuxième grand côté : il diffère du premier en ce que, vers son

milieu, il s'ouvre par une large baie que contourne la colonnade par des groupes de colonnes géminées ; celles-ci encadrent un bassin dominé par un petit amas de rocailles que garnissent des arbustes et plantes diverses ; des interstices de ces rocailles sourdent de nombreux ruisselets qui se réunissent avec un joyeux bruissement dans le bassin, pour s'en aller, par-dessous le sol, former la chute d'eau que nous avons vue tout à l'heure égayer les abords de l'entrée extérieure à gauche du pavillon.

Ce bassin avec les rocailles, cascatelles et plantes buissonnantes qui forment son arrière-plan, dissimule la différence du niveau de notre grande salle du rez-de-chaussée avec une seconde salle d'apparence moins grande, qui lui est adossée en contre-haut et qui est affectée à l'exposition du service spécial de la restauration des montagnes. De chaque côté des groupes de colonnes de robinier, de pin et de hêtre qui encadrent le bassin, et parmi lesquelles semblent s'être réfugiés, d'un côté un cerf à la pacifique allure, de l'autre un sanglier au poil hérissé et au boutoir menaçant, deux escaliers de quelques marches seulement conduisent au plancher de cette seconde salle, sur lequel la galerie de l'étage supérieur s'abaisse par deux larges escaliers se faisant face de chaque côté de la colonnade qui entoure le bassin.

Cette seconde salle a, intérieurement, à peu près même longueur et semble beaucoup plus étroite, quoiqu'elle ait presque la même largeur. C'est que cette largeur est partagée en deux, pour réserver l'espace nécessaire à trois vues dioramiques représentant quelques résultats des travaux de restauration des montagnes et de réduction des torrents. Il en résulte que le public circule seulement dans une sorte de large couloir, d'ailleurs occupé en partie par d'intéressants plans-reliefs de torrents et de montagnes, soit à l'état dénudé, soit en voie de restauration ; ce couloir laisse en outre l'accès libre à deux petites salles de plain-pied avec lui et ménagées entre la vue dioramique

du milieu et les deux autres. Ces deux locaux sont affectés aux documents de toute nature, vues photographiques et téléiconographiques, tableaux peints, cartes, devis, profils et mémoires divers concernant cette partie de l'art forestier.

Gravissons l'un des deux grands escaliers, à mains courantes en cordes de tilleul soutenues par des anneaux ou embrasses de même nature, et pénétrons dans la galerie formant premier étage autour de la salle principale ; nous y retrouvons une disposition analogue de colonnes et de pilastres en bois revêtu de son écorce, mais, comme il convient, d'une grosseur un peu moindre, étant supportés par les entablements des colonnes et pilastres du bas : le diamètre de ceux-ci est de $0^m,40$, le diamètre de ceux-là est seulement de $0^m,35$. Nous y retrouvons aussi, dans les entre-colonnements, des panoplies analogues à celles du rez-de-chaussée, mais, en outre, une foule de collections contenues dans des casiers, dans des armoires et tables vitrées, appendues aux murs ou, sous forme de photographies sur verre, placardées contre les vitres des croisées.

Du haut de cette galerie on saisit d'un coup-d'œil l'ensemble de la salle principale du rez-de-chaussée, dont l'axe longitudinal est occupé, aux deux extrémités par différents modèles de scieries mécaniques, au milieu par des rondelles montrant, au moyen de traits de scie, les divers modes de débit en planches, afférents, suivant les localités, aux principaux bois de sciage.

III

DÉTAIL DES ESSENCES ET DE LEURS PRODUITS. OUTILLAGE FORESTIER.

Après avoir donné une description aussi complète que possible du « Pavillon des forêts », le moment est venu de nous occuper du détail de son contenu.

Remarquons d'abord que, grâce à la très ingénieuse idée de chercher une inspiration dans l'architecture grecque la plus archaïque, l'organisateur, très habilement secondé d'ailleurs par M. l'architecte Leblanc et par le contre-maître Souc, est parvenu à réaliser quelque chose de tout à fait nouveau, sans rien sacrifier toutefois du programme qui lui avait été tracé, et en donnant à sa construction une couleur locale plus marquée qu'aucune des constructions analogues qui avaient précédé.

En effet, ces gracieuses colonnades d'arbres forestiers variés constituent déjà, à elles seules, une partie importante de l'exposition forestière elle-même. Leurs étiquettes énoncent des âges très différents. Telle colonne, d'un vert glauque, est le tronc d'un Peuplier grisaille *(Populus canescens,* Smith) ou d'un Ypréau *(P. alba,* Lin.) âgés seulement de 45 ans ; non loin, cette autre, d'un gris sombre presque noir et finement cannelée, provient d'un *Cormier* ou Sorbier domestique *(Sorbus domestica,* Lin.), qui ne compte pas moins de 200 ans d'âge. Toutes trois ont pourtant même diamètre ; mais la troisième a mis, pour l'acquérir, près de quatre fois et demie le temps qu'y ont mis les deux premières. Voici des colonnes à écorce longitudinalement striée comme celle du cormier, mais d'un brun fauve : ce sont des Chênes de 150 ans. Celles-ci, à fût lisse et d'un gris de fer, sont des Hêtres de 160 ans ou des Charmes de 100 ans, à l'écorce un peu moins unie et d'un gris moins net. Celles-là, d'un blanc mat, sont des Bouleaux de 90 ans, ou bien, d'un gris noir sans stries, des *Merisiers* (essence *Cerasus avium,* Mœnch.) du même âge. Ailleurs, cette écorce fortement fendillée de gerçures longitudinales au pied, mais qui s'amincit peu à peu pour devenir lisse et rosée vers le haut, nous révèle des Pins sylvestres ; ils ont 60 ans. Les Pins laricios, parfois greffés sur pin sylvestre, se distinguent par leur écorce écailleuse et d'un gris uniforme ; ils ont également 60 ans. Les Épicéas rugueux et d'un brun pâle ont 100 ans ; les Sapins (essence

Abies pectinata, de Cand.) à l'écorce grisâtre, ont 120 ans; les Pins maritimes, comme les Peupliers noirs *(P. nigra,* Lin.) et les Robiniers *(Robinia pseudo-acacia,* Lin.), n'ont que 50 ans. Ces deux dernières essences, jalouses de vivre, verdoient encore par des rameaux feuillés qu'elles ont poussé depuis la mise en place des colonnes qu'elles représentent. Si nous y ajoutons le Frêne, l'Aune, l'Orme, le Châtaignier, le Pin Weymouth et le Mélèze, nous aurons la nomenclature complète des essences concourant à former les belles colonnades qui donnent au Pavillon forestier son aspect caractéristique.

Tous ces arbres, sauf les mélèzes, qu'on a fait venir des Vosges, proviennent de la forêt domaniale de Fontainebleau où ils ont été, au nombre de plus de deux cents, choisis un à un par M. le conservateur de Gayffier lui-même.

Nous avons dit que l'intérieur de chacun des entre-colonnements du rez-de-chaussée et de plusieurs de ceux de la galerie du premier étage est occupé, sur les parois, par diverses panoplies. Celles-ci, sauf deux consacrées à l'outillage, sont affectées aux produits plus ou moins ouvrés des différents bois. Mais tandis que, au chalet de 1878, le classement en était fait d'après la nature des produits entremêlés des outils ayant servi à les fabriquer, on a cru devoir, au pavillon de 1889, adopter exclusivement le classement par essences, qui se retrouve à peu près dans toutes les autres collections que nous aurons à mentionner. Chacun de ces deux modes de classement a ses inconvénients et ses avantages. L'inconvénient du dernier est de multiplier les répétitions, une foule d'objets similaires ou identiques se fabriquant avec un grand nombre d'essences différentes. Ici, chaque essence occupe, suivant son importance, un ou plusieurs panneaux, la partie supérieure en panoplie de bois ouvrés, le bas en rondelles de divers diamètres. Nous nous bornerons à en décrire quelques-uns, pour éviter au lecteur de fatigantes redites.

A main droite, en regardant le bassin, se voit, en un premier entre-colonnement ou panneau, le compartiment du Chêne commun, comprenant les variétés sessile et pédonculée. Ce sont principalement des *merrains :* douves et douelles de tonneaux, tonnelets, barillets, seaux et boisseaux divers, lames de parquets, fragments même de parquets montés avec dessins à deux ou plusieurs nuances. On y voit aussi des manches d'outils, des cannes, des cerches, des pièces de sellerie et une foule d'objets communs à maints autres bois.

Ce ne sont point là, sans doute, tous les emplois du Chêne : la charpente, la batellerie et la marine, l'étayement et le boisage des mines, les traverses de chemins de fer, etc., y seraient également compris. Mais le *merrain* est une spécialité très principale sinon exclusive de cette essence : c'est pourquoi les honneurs de l'exposition de celle-ci ont été pour lui et ses produits.

A côté du Chêne commun, le Chêne-liège nous montre sa fongueuse écorce, ici en pièces, telle qu'on l'obtient prise sur l'arbre, là façonnée en planches et planchettes plus ou moins minces ou épaisses, en bouchons de tout calibre, les uns achevés, les autres commencés, en bouées de sauvetage, en flotteurs d'engins de pêche. On y voit aussi d'une part des échantillons de l'écorce *mâle* ou sauvage, celle, extrêmement rugueuse, crevassée, inégale et sans emploi, qui croît la première et que l'on enlève par l'opération du *démasclage* (étym. : *emasculare) ;* d'autre part, des échantillons de l'écorce *mère*, celle qui, située immédiatement au-dessous de la première, se développe en épaisseur une fois débarrassée de son étreinte et constitue l'écorce femelle, qui n'est autre que le *liège* de l'industrie et du commerce.

Au tournant de la paroi, nous avons le panneau de l'Yeuse ou Chêne-vert, du midi et de l'ouest ; rien de bien saillant : maillets, manches de pelles et d'outils divers, moyeux, billots, etc. C'est un bois extrêmement dur et com-

pact, ce qui explique les emplois que nous venons d'indiquer. On voit aussi, dans sa panoplie, des pipes grossières, des cannes, etc.

Les « Chênes divers », c'est-à-dire autres que les trois précédents, ont aussi une petite collection consistant en planches, madriers, manches d'outils de toute espèce. Au pied des panneaux des uns et des autres, des rondelles de leurs essences respectives.

Bien que le Noyer ne soit pas à proprement parler un arbre forestier, il n'est cependant pas exclu de nos forêts et s'y rencontre souvent au voisinage des champs où on le cultive pour ses fruits. Il fournit d'ailleurs des produits analogues à ceux des autres arbres ; et en tant que bois d'industrie, il est considéré comme bois de luxe. On voit, dans sa panoplie, des crosses de fusil, d'élégants sabots, des pieds de table, des bois de chaises, des boîtes d'horloge, un petit panneau sculpté non verni (le vernis gâte l'aspect du bois de noyer plutôt qu'il ne l'embellit), des boîtes de toute sorte, des palettes de peintre et jusqu'à un moulin à café. On y voit aussi des plateaux, des planches, des cerches, et, reposant sur le sol, les rondelles obligées.

A la suite du panneau du noyer nous arrivons à celui du milieu de la paroi de l'extrémité de droite de la grande salle. Ici la panoplie n'est plus composée d'objets de bois, mais d'objets d'acier, sortant des usines de MM. Peugeot à Pont-de-Roide (Doubs). Ce sont les outils servant à travailler le bois : lames de scies de toutes formes et de tous aspects : scies circulaires, scies sans fin, scies de menuisier, scies à deux poignées, dites *passe-partout*, à dentelures, — lames dentées de forme trapézoïdale, scies à main, — gouges, ciseaux, racloirs, pas de vis, villebrequins, compas sphériques, écrous, rabots, haches de formes et de dimensions variées, masses, marteaux ordinaires et marteaux forestiers.

Au pied de cette austère collection se voit une rondelle

digne d'être admirée : elle a $1^m,32$ de diamètre et provient d'un Pistachier *(Pistacia atlantica)* d'Algérie. La texture serrée des fibres de ce bois indique une dureté extrême, et sa belle teinte violacée, ses veines de diverses nuances n'attirent pas moins le regard que ses remarquables dimensions.

Le panneau du Frêne suit la panoplie des outils. Jantes de roues, brancards de voitures, attelles de colliers, augets à épuiser l'eau des barques, barattes à beurre, raquettes, jougs à bœufs, maillets, robinets, barillets à huile, auges, rateaux, pieds de chaises, sabots, et jusqu'à du cerclage, nous montrent sinon la totalité des emplois du frêne, du moins les principaux. Tout à côté, un demi-panneau garni de fourches, de manches d'outils et d'une multitude de cannes, les unes brutes encore, les autres polies et achevées, nous représente les produits de cet arbrisseau à croissance très lente, à bois très dur, à fruits rouges gros comme des olives, qu'on appelle le Cornouiller mâle *(Cornus mas,* Lin.*)*. On voit même, dans la galerie d'en haut, une rondelle provenant d'un sujet vieux de 150 ans et qui ne mesure pas moins de $0^m,30$ de diamètre ; il est à la vérité creux au milieu.

Ici, il faut faire demi-tour ; nous arrivons à la paroi appuyée sur les pilastres du côté de la façade, et nous avons en face de nous, d'équerre avec le demi-panneau du Cornouiller, le panneau du Poirier. Non pas du chétif poirier horticole, mutilé, contourné, estropié pour multiplier sa fructification aux dépens de son bois, mais du vigoureux poirier des forêts à la tige élancée, au tronc épais, au bois dur et d'un grain très fin. Ses emplois sont innombrables : sa panoplie nous montre, disposés avec un art ingénieux, des rabots et des varlopes entourés de salières, de cuillers à moutarde et autres ustensiles de table. Mêlés à des règles, mètres, équerres, *pistolets* de dessinateur, etc., on voit des coffrets, les uns en bois uni, les autres sculptés, ceux-ci à la couleur naturelle, ceux-

là d'un noir d'ébène. Des chaises, des tables, des plateaux, des madriers accompagnent des lames teintées à toutes les nuances, et jusqu'à une pièce de marqueterie représentant un vase de fleurs de couleurs variées sur fond noir.

Au Cerisier des bois ou Merisier dominent, avec les pieds de table, pieds et bois de chaises, porte-manteaux, couchettes et sièges façon bambou, les sabots, les boîtes, les tabatières, les règles, équerres et manches d'outils de précision, sans parler des cannes, des manches de fouet et de parapluie, des pipes, du cerclage pour les tonneaux. On y voit même un petit baril, sans doute destiné à contenir du kirsch, cet alcool parfumé à l'amande amère et incolore comme l'eau claire qui s'obtient par la distillation de la *merise*.

L'Érable suit. On n'a pas distingué entre ses trois principales variétés : champêtre, plane et sycomore, bien que des différences assez sensibles les séparent. L'on y voit des manches de violoncelles et de contre-basses, des bois de brosse, des moyeux de roues, des robinets, des jeux de quilles et de croquet, des toupies, des sabots, des meubles façon bambou, etc., etc.

La travée du Tilleul nous offre un aspect assez différent de ses voisines. Elle est garnie principalement de *cordes de tille* (ou de tilleul) de grosseurs différentes, ainsi que de feuilles de cette *tille* avec laquelle on les fabrique. La tille est cette partie de l'écorce du tilleul que les botanistes appellent le *liber*, et qui, placée entre le bois et l'écorce extérieure, estbeaucoup plus développée et plus fibreuse dans cette essence que dans les autres, ce qui la rend susceptible d'être traitée comme le chanvre. Les cordes de tilleul sont principalement recherchées comme cordes à puits; mais on peut les utiliser de bien d'autres manières. Le millésime de l'exposition, le chiffre 1889, est tracé en cordelette de même matière sur le milieu de la panoplie. On y voit aussi des lames colorées et un petit panneau sculpté.

Le Sapin vient ensuite, dont les principaux emplois consistent, sans parler de la charpente et des planches, en un merrain particulier pour baquets et seaux de toutes formes et dimensions, hottes à lait, boissellerie à parois minces, petits animaux et bonshommes sculptés pour bergeries et ménageries enfantines, lattes, bardeaux, etc.

A l'Épicéa nous trouvons des objets analogues et, en plus, des bois de résonance, des tables d'harmonie pour instruments de musique, troncs creusés pour conduites d'eau, échalas et paisseaux pour clôtures, bois à allumettes, etc.

Arrêtons ici ces énumérations qui, à peu de variantes près, se reproduisent plus ou moins à chaque essence, qu'il s'agisse des diverses variétés de pin précieuses pour les poteaux télégraphiques et utilisées comme traverses de chemins de fer; du Mélèze, des Aunes, du Châtaignier qui fournit aussi des merrains spéciaux; du Bouleau qui s'est fait une spécialité des sabots et, avec le Merisier, celle des tabatières rustiques et d'une sorte de sparterie en écorce (on en tire aussi une matière particulière qui sert à la préparation des cuirs de Russie); du Hêtre qui se plie à peu près sans exception à toutes les industries du bois; du Pommier, des Alisiers, de l'Orme, du Micocoulier de Provence, célèbre sous le nom de *Bois de Perpignan* par ses manches de fouet; du Robinier, du Tremble et divers autres Peupliers, ses congénères, des Saules, de l'If et des morts-bois eux-mêmes, Genevrier, Coudrier, Troëne, Fusain, Bourdaine, Houx, Buis, Bruyère. Toutes ces collections sont du reste, grâce aux soins laborieux et dévoués de MM. Daubrée et Thil, disposées, avec un goût parfait, en panoplies aussi variées d'aspect que le permettait la similitude des objets.

Celles d'entre elles qui n'ont pu trouver place au rez-de-chaussée ont été colloquées dans la galerie du premier étage. Mentionnons encore, avant d'y remonter, un groupement de tous les engins et outils employés dans la

gestion et l'exploitation forestières ; il fait face, à l'autre extrémité de la grande salle, à celui que nous avons décrit plus haut, et comprend, entre les compartiments de l'Aune et du Châtaignier, les objets suivants : chaînes décimales, rubans métriques, compas de bois servant à mesurer le diamètre des arbres, serpes grandes et petites, droites et courbes, émondoirs, sécateurs, cisailles, couperets, *rouennes* à griffer l'écorce pour le comptage des arbres, marteaux forestiers d'agents, de préposés et de marchands, plaques de gardes, plantoirs, semoirs, bêches circulaires et mi-circulaires, cognées, etc., etc. Ces instruments variés sortent tous des ateliers de M. Simonin-Blanchard, à Paris. Au-dessous, une énorme rondelle prise sur un Cèdre du Liban des monts Atlas, âgé de 260 ans, fait vis-à-vis à la rondelle de Pistachier, décrite plus haut.

Devant ce panneau et dans l'axe longitudinal de la salle, un petit espace carré, délimité par une corde de tille, contient une scie mécanique, mue par une locomobile, pour tronçonner les arbres abattus ; une scie circulaire également à vapeur, et un établi pour la fabrication de la *soie de bois* ou « soie française », tirée de la cellulose que contient toute matière ligneuse, industrie nouvelle dont nous parlerons plus loin.

A l'autre bout de la salle et devant le panneau affecté à l'outillage exposé par MM. Peugeot, un autre espace carré, clos de la même manière, contient une scierie verticale alternative à six lames, montée sur charriot, et qui est mue par une machine à gaz, ainsi qu'une scierie horizontale pour l'abatage des arbres sur pied. Ces divers modèles de scierie ont été fabriqués par MM. Arbey, qui les ont obligeamment prêtés pour la circonstance.

Entre ces deux groupes d'appareils, le milieu de la salle est occupé, comme on l'a dit plus haut, par des rondelles sur le plat desquelles sont indiqués les divers modes de débit des bois. Elles sont rangées sur deux

couples de plans inclinés en manière de pupitres. L'un montre le débit en planches, madriers, plateaux, solives, etc., du Hêtre et des Peupliers (blanc, noir, tremble de la Caroline) ; l'autre celui des Chênes rouvre et pédonculé. Ce débit varie suivant les pays et les essences, mais surtout suivant le plus ou moins de qualité que l'on veut obtenir dans les produits du sciage. Plus en effet le bois est scié parallèlement aux fibres et de manière à les laisser entières en plus grand nombre, plus il offre de souplesse, de résistance et d'élasticité.

IV

LA GALERIE SUPÉRIEURE ET SES COLLECTIONS SCIENTIFIQUES.

Les détails dans lesquels nous venons d'entrer justifient, pour une large part, cette partie du programme ainsi libellée : « Des échantillons permettant de suivre le développement de chacune de nos essences forestières,... d'apprécier ses qualités et ses divers emplois. »

Nous trouverons la continuation de ce programme dans la galerie qui domine la grande salle. Le premier article, toutefois, n'en est que partiellement réalisé. Les « Notices statistiques » sur chacun des départements forestiers de France et d'Algérie ont bien été établies, et laborieusement, par les agents locaux ; mais, pour on ne sait trop quelles raisons d'économie, alors qu'il n'a pas été lésiné devant bien d'autres dépenses, on n'a pas livré ces notices à l'impression, c'est-à-dire à la publicité. Il faut en dire autant de la plupart des autres documents : Notices et tableaux sur l'enseignement forestier ; Bibliographie établie à l'École de Nancy et contenant l'indication de plus de 8000 ouvrages ou articles français, anciens et modernes, traitant de matières forestières ; Observations météorologiques ; Études de physiologie forestière ; Obser-

vations sur la marche de l'accroissement des arbres en diamètre et en hauteur ; Procès-verbaux d'aménagement, avec plans à l'appui, de quelques-unes des forêts les plus importantes, etc. Quant à ces derniers ouvrages, qui ne peuvent être compris et par conséquent consultés que, très exclusivement, par les hommes du métier, et qui concernent d'ailleurs des opérations sur lesquelles ils sont loin d'être tous d'accord, on peut dire que de tels documents ne sont guère là que pour la forme. Tous ces objets d'ailleurs attirent peu l'attention ; et faute d'un catalogue général explicatif, on pourrait même ignorer leur présence : car, par une omission absolument inexplicable, l'Administration forestière supérieure, après avoir fait dresser avec grand soin ce catalogue, n'a jugé à propos ni de le publier, ni même de le faire figurer parmi les manuscrits exposés (1).

Il est vrai que ceux-ci sont peu consultés. Un peu moins inaperçu est l'atlas départemental des forêts domaniales et communales établi à l'aide des feuilles de la carte de l'état-major ; on y a même indiqué en plus, mais seulement d'une manière plus ou moins approximative faute de données certaines, les bois dépendant de la propriété privée. De loin en loin quelque visiteur y jette les yeux.

Quant aux maladies des arbres, à leurs vices, aux insectes qui les attaquent, les agents forestiers ont brillamment exécuté cette partie du programme, tout en complétant le surplus relativement aux divers emplois, qualités et produits des bois. Dans des tables vitrées en forme de pupitres et disposées suivant l'axe des galeries, on voit, pour chaque essence, la collection des insectes en leurs divers états, vers, larves, chenilles, insectes parfaits, qui vivent aux dépens soit de son bois, soit de ses racines, de

(1) Cette omission est d'autant plus regrettable que chaque article mentionné au catalogue devait être accompagné du nom de l'agent ou des agents forestiers à qui l'objet était dû ou qui y avaient coopéré, et que, par là, justice eût été rendue au mérite de chacun, ce qui n'a pas lieu.

ses fleurs, de ses feuilles ou de ses fruits (1) ; dans le même cadre, une carte de France, indiquant par des teintes conventionnelles la quantité de mètres cubes que peut fournir, par département, l'essence considérée. Cette collection de cartes statistiques est due à M. Thil. Sur le rebord supérieur de chacune de ces tables se voient des kyrielles de bocaux contenant des produits non susceptibles de figurer dans des panoplies : tans en poudre, extraits de tannin ; résines, goudrons et produits dérivés ; échantillons de charbon des divers bois en fragments entiers et en poudre, les premiers accouplés avec des morceaux de même forme, essence et dimensions des bois qui les ont produits ; acides acétique et pyroligneux, méthylène et leur composés ; huile de faîne ; graines de tous les arbres de nos forêts, et, non loin, les appareils *germinateurs* permettant d'apprécier à bref délai la proportion de leur faculté germinative ; bocaux de pâtes à papier à divers degrés de fabrication, et, sous le vitrage, échantillons de plusieurs qualités et colorations de papiers provenant des bois les plus propres à cette destination.

De grands perfectionnements ont été apportés, depuis 1878, aux papiers à pâte de bois : on n'arrivait guère alors à utiliser pratiquement cette pâte qu'en la mélangeant avec une proportion plus ou moins forte de pâte de chiffons. MM. Weibel, de Novillars (Doubs), et Neyret, de Riou-Peyron (Isère), exposent une grande variété de papiers, sinon fins et de grand luxe, du moins d'excellente qualité pour les usages courants, et dans la fabrication desquels le chiffon n'entre à peu près pour rien. On voit, du reste, aux modèles de papeteries qui fonctionnent dans la galerie des machines, des pâtes à papier provenant de toutes les espèces possibles de végétaux ligneux ou fibreux. Alors que, dans plusieurs de ses anciens emplois, le bois est remplacé par le fer, la houille, et même par le gaz d'éclai-

(1) Ces collections entomologiques ont été réunies par M. Henry, répétiteur à l'École forestière, aidé de quelques autres agents.

rage, la fabrication du papier, dont la consommation va toujours croissant, constituera aux produits de nos forêts un utile débouché.

En sera-t-il de même de la soie de bois ou *soie française*, dont M. Du Vivier expose des écheveaux en fils de toutes couleurs, et de grosseurs ou plutôt de finesses diverses (diamètres variant de 1/1000 à 40/1000 de millimètre)? La *cellulose*, cette membrane enveloppante de la cellule végétale que les chenilles de bombyx savent extraire de la feuille de certains arbres et filer dans l'intérieur de leur corps, M. Du Vivier l'extrait directement du tissu ligneux et, par certains procédés chimiques, arrive à la réduire en fils souples, soyeux et résistants. C'est le début d'une industrie nouvelle ; supplantera-t-elle la vieille sériciculture déjà si éprouvée par les maladies du ver à soie, et constituera-t-elle pour l'emploi des bois un nouveau débouché de quelque importance ? C'est ce que l'avenir nous apprendra. Toutefois, si l'on peut s'en rapporter aux premiers résultats obtenus par M. Du Vivier, ces résultats seraient féconds en magnifiques promesses.

Obligé d'employer, pour le traitement de la cellulose, des quantités considérables d'acide acétique cristallisable, M. Du Vivier, à l'aide d'un four spécial de son invention, fabrique lui-même son acide acétique, qu'il extrait de l'acide pyroligneux obtenu par la combustion du bois en vase clos. Mais le vase clos ne laissant échapper aucun autre des produits de la combustion du bois, tels que charbon, goudrons, alcool méthylique, l'opérateur rentre dans ses frais par la vente de ces produits accessoires, si bien que son acide acétique ne lui coûte rien, malgré la grande quantité de bois absorbé.

En ces conditions M. Du Vivier produit, à l'état écru, sa « soie française » au prix net de revient fr. 3,68 le kilogramme. Si on y ajoute l'intérêt de l'amortissement du capital qui serait nécessaire à l'établissement d'une usine sur grande échelle, on arrive au prix total de 5 francs. Or

la quantité de bois à utiliser chaque année pour cette fabrication correspondrait, d'après M. Du Vivier, à la totalité des coupes de bois d'une conservation forestière, ce qui pourrait représenter une valeur moyenne d'un à deux millions.

Revenons à nos collections par essences. Les échantillons de bois sous forme de rondelles et de parallélipipèdes sont nombreux,... trop nombreux même ; la même essence en compte parfois huit ou dix. Deux ou trois par chaque essence et en chaque forme eussent semblé suffire. Vu cette profusion, les visiteurs passent pour la plupart indifférents devant ces bûches taillées, les remarquant à peine ; seuls, les gens du métier en apprécient le mérite. Ce qui est de nature à frapper plus encore l'attention des hommes d'étude, ce sont les lames minces, transparentes grâce à leur peu d'épaisseur, pour observer la structure du tissu de chaque espèce de bois ; on les a placées, au nombre de 400, dans des vitrines verticales à jour, et au pied, l'instrument au moyen desquels on a pu les obtenir. De plus, ces lamelles transparentes, montrant la forme et l'agencement des cellules et des fibres, ont été agrandies par la photographie et appendues, à côté de vues d'arbres en pied de l'essence correspondante, contre les vitres des fenêtres qui éclairent la galerie.

Les arbres ont de nombreux ennemis. Ce ne sont pas seulement les insectes ; il y en a de bien d'autres catégories ; entre autres les végétaux parasites cryptogamiques, notamment les champignons. M. le conservateur d'Arbois de Jubainville expose une belle collection de ceux qui vivent directement aux dépens des arbres ; on les voit à divers degrés de développement, et avec des fragments des portions d'arbres sur lesquelles ils ont exercé leur action désorganisatrice.

Un autre parasite, bien nuisible également aux arbres sur lesquels il s'implante, est un sous-arbrisseau phanérogame, de l'ordre des apétales non amentacés, le Gui

(Viscum album, Lin.). L'indication de ses effets funestes se trouve, au reste, comprise dans une collection très complète des spécimens les plus fréquents de pathologie végétale des arbres, envoyée par M. Boppe, sous-directeur à l'École de Nancy. Elle a pour objet de faire ressortir, essence par essence, les difformités et dégradations plus ou moins considérables subies par des arbres sur pied et pouvant entraîner leur déclassement industriel. Les différents vices des bois y sont répartis en deux sections, dont la seconde se subdivise elle-même en cinq sous-sections.

La première section comprend les troubles physiologiques particuliers au sujet qui les subit, et se traduisant par une disposition anormale des tissus sans lésion apparente dans le bois fraîchement coupé. Telles sont les fibres torse et ondulée; tels le bois madré, le bois rouge, les nœuds vivants, loupes, entre-écorce.

La seconde section se rapporte aux altérations provenant de causes étrangères au sujet et présentant généralement des solutions de continuité dans l'ensemble de la masse ligneuse, savoir :

a) Celles qui ont été causées par les agents météoriques, températures extrêmes, grêle, foudre et vents. Nommons les gelivures, roulures, nécroses, plaies contuses, coups de foudre et de soleil;

b) Les désordres occasionnés par d'autres végétaux, tiges voisines, plantes sarmenteuses ou grimpantes, plantes parasites quelconques: frottures, entre-écorce, arrêts de végétation, ravages des racines du gui, etc.;

c) Les dégâts causés par le gros et petit gibier de poil, les mulots et campagnols, les oiseaux;

d) Les dégradations provenant du fait de l'homme, par suite d'émondage et d'élagage vicieux, taille en têtards, griffades de la rouenne, coups de crampons, voire de marteaux forestiers, plaies de gemmage (sur les résineux);

e) Enfin les blessures résultant de causes accidentelles

diverses, telles que chocs de pierres roulantes, rencontre d'essieux, chutes d'arbres voisins, etc.

Dans la collection de M. Boppe, tous ces cas particuliers sont représentés par des échantillons habilement choisis et répartis, comme on l'a dit, essence par essence. Il serait intéressant de s'arrêter à chacun d'eux. Mais d'autres objets appellent notre attention.

Au point de vue purement théorique et archéologique, rien n'est attrayant, pour le botaniste et le forestier, comme une collection de bois *fossiles*. Celle du Pavillon des Forêts ne laisse pas d'être fort curieuse. On la pressent, dès l'entrée, par la vue, dans la galerie extérieure, d'une souche préhistorique, recueillie, croyons-nous, au voisinage ou au fond de la rade du Havre ; plus, d'un gros bloc de lignite venu des carrières de Dixmonts (Yonne). Les fils de fer dont cette masse assez friable est cerclée la défendent mal contre les déprédations des visiteurs étrangers, qui aiment apparemment à en rapporter, comme souvenir, un fragment dans leur pays. Les Anglais, dit-on, sont plus particulièrement coutumiers de ce genre de pratique. Il n'en saurait être de même, heureusement, dans les vitrines de la galerie intérieure du premier étage. On y voit des bois fossiles proprement dits ou lignites, des bois silicifiés et des empreintes provenant des diverses couches géologiques dont se compose l'écorce du globe terrestre. Ce sont d'abord, sur des blocs houillers, des empreintes de sigillaires, d'équisétacés, de lépidodendrons, etc. ; puis, extraites du trias, des empreintes des premiers gymnospermes : cycadées et conifères ; les formations crétacées nous montrent les premiers dicotylédonés ; et l'on retrouve dans les cinérites du Cantal, conservés comme dans un herbier et solidifiés, des troncs, feuilles, fleurs et fruits d'arbres ensevelis sous les amas de cendres projetées par les éruptions des volcans aujourd'hui éteints.

On remarque aussi une curieuse collection de strobiles ou cônes de résineux fossiles trouvés, en Argonne, dans

cette formation particulière adjacente au gault et connue sous le nom de *gaize*. Les bois silicifiés, où à chaque molécule ligneuse s'est successivement substituée une molécule de silice, sont représentés non seulement par des fragments polis, sur plusieurs desquels on peut aisément reconnaître les éléments du bois, fibres, vaisseaux, rayons médullaires, mais encore par des tranches minces et translucides où ces éléments se distinguent bien mieux encore.

Les lignites sont aussi accompagnés de fragments de bois préhistoriques, ayant été travaillés de main d'homme, mais qui paraissent n'avoir pas encore perdu le caractère de bois véritable.

Mais quittons les antiquités géologiques et revenons à l'ère contemporaine. Nous aurons à admirer l'herbier forestier de M. Fliche, professeur d'histoire naturelle à l'École de Nancy, qui ne comprend pas moins, tant pour la France que pour l'Algérie, de 200 espèces : arbres, arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux. M. de Gayffier expose également son herbier photographique, malheureusement inédit, des conifères exotiques ; et le brigadier Besançonnot, de la forêt d'Orléans, une série de cartons contenant toute la flore ligneuse de cette forêt représentée, dans chacun d'eux, par les feuilles, les fleurs, les fruits et des sections du bois du végétal auquel il est affecté. M. Lepaute, conservateur des bois de Boulogne et de Vincennes, a fourni quelque chose d'analogue pour la forêt de Vincennes. Les organes de chaque essence sont renfermés, sous verre, dans un cadre en écorce de cette essence.

Nous passons forcément bien des objets et non des moins dignes d'attention. Mais un volume suffirait à peine à tout décrire par le menu. Il nous faut toutefois dire quelques mots d'une certaine collection, en elle-même fort intéressante ma foi, mais dont on ne se figure pas très bien la raison d'être dans une exposition *forestière*, dans ce « musée

du bois » comme on l'a nommée, non sans justesse. C'est, proprement rangée dans un casier construit à cet effet, une collection lithologique, une collection de pavés! Ces petits cubes de pierre représentent toute la pétrographie de la France, depuis les roches primitives et éruptives jusqu'aux plus récents des sédiments tertiaires. Ils sont même accompagnés de très beaux échantillons de marbre, d'onyx et autres pierres décoratives. Il faut le reconnaître, cette collection est curieuse et elle fait vraiment très bien là où elle est. Mais pourquoi y est-elle? C'est ce que l'on n'a jamais pu savoir au juste.

V

VUES DIORAMIQUES DES TRAVAUX DE RESTAURATION DES MONTAGNES.

Il nous reste à parcourir l'annexe du Pavillon, affectée à l'exposition relative aux opérations de ce qui, sous l'empire des lois des 28 juillet 1860 et 20 juin 1864, s'était appelé l'œuvre du reboisement et du regazonnement des montagnes, et qui s'appelle avec plus de justesse aujourd'hui, sous l'empire de la loi (d'ailleurs assez incohérente et assez mal faite) du 4 avril 1882 : la « Restauration des montagnes ». Sans aucun doute, le reboisement en fait partie intégrante, ainsi que l'amélioration et la réglementation des pâturages. Mais avant de reboiser, avant de regazonner ou d'améliorer les herbages, il faut d'abord maintenir le sol instable qui les porte ou qui pourrait les porter; mieux encore, il faut reconstituer ce sol là où le ravinement des torrents ou toute autre cause l'a fait disparaître. De là un troisième élément qui domine logiquement et chronologiquement les deux autres, et qui se traduit, le plus ordinairement sinon exclusivement, par la correction des torrents, soit qu'il s'agisse d'arriver à

leur extinction complète, soit que l'on se contente de les réduire à une action amoindrie et dont on soit toujours à même de neutraliser les effets.

Cette œuvre, aussi complexe que vaste, est exposée d'une manière remarquablement complète, tant par les plans-reliefs, les dioramas, les vues photographiques et *téléiconographiques,* les tableaux peints (1), qui attirent d'eux-mêmes le regard, que par les atlas, albums, profils et documents de toute sorte placés en évidence dans les deux petites salles comprises entre les salles dioramiques, et disposés d'une façon qui invite à les ouvrir.

Plus heureuse que l'exposition forestière générale, l'exposition du service de restauration des montagnes possède un catalogue. C'est une brochure in-8° de 168 pages, dans laquelle l'auteur, M. l'inspecteur général Demontzey, a su accompagner chaque numéro et intitulé d'une notice explicative dont le développement est toujours proportionné à l'importance de l'objet exposé. Aussi ce catalogue forme-t-il un petit traité sur la matière, assez complet pour que l'auteur ait pu en faire hommage à l'Académie des sciences dont il est membre correspondant (2). Il ressort de cette publication que, à la suite d'une période inévitable de tâtonnement et d'observation qui a accompagné, durant les dix ou douze premières années, les débuts de l'œuvre, on est parvenu, depuis 1870 ou 1872, à restaurer environ le cinquième des 300 000 hectares de terrains montagneux sur lesquels l'utilité publique réclame l'action directe de l'État, soit 60 000 hectares. On a pu *éteindre* (c'est le

(1) Ces tableaux, au nombre de dix, sont de M. Gabin, peintre à Paris, auteur également des trois toiles dioramiques dont il sera parlé plus loin. Cet artiste, afin de se bien pénétrer des sujets que son pinceau avait à traiter, a préalablement employé deux étés consécutifs à parcourir les hautes montagnes des Alpes et des Pyrénées, et à prendre sur place toutes les vues qui pouvaient lui être utiles. D'autres tableaux paysagers, de non moindre mérite, sont de M. Charlemagne, inspecteur des forêts à Grenoble.

(2) *La Restauration des terrains en montagne au Pavillon des forêts*, par P. Demontzey, administrateur des forêts, membre correspondant de l'Institut. — Paris, Imprimerie nouvelle.

terme consacré) des torrents au cours irrégulier, intermittent, ravins ordinairement desséchés, brusquement transformés, à chaque pluie d'orage, en un flot impétueux entraînant avec lui terres, galets, rochers, et portant partout sur son passage la désolation et la ruine. Par le fait de leur *extinction,* ils sont devenus des ruisseaux au cours régulier, non seulement inoffensifs, mais fécondants en assurant l'irrigation de terres qu'ils dévastaient naguère. Par là aussi, les berges des profonds ravins cessant d'être affouillées, les rives et versants supérieurs ont été consolidés ; et jusqu'alors depuis longtemps abandonnés, ils ont pu être rendus à la culture ou tout au moins aux pâturages herbus et, dans les lieux où ni pacage ni culture ne sont possibles sans danger, à la végétation forestière.

Celle-ci a pu même être introduite en des lieux où jusque-là on l'avait crue impossible, c'est-à-dire à des altitudes de 2800 à 3000 mètres. Grâce à l'*Alviès, Auvier* ou Pin Cembro *(P. Cembra,* Lin.), qui disparaissait peu à peu devant le pâturage abusif, mais que les forestiers reboiseurs ont sauvé de la mort lente, on a pu créer des peuplements bien venants, entremêlés de mélèzes, à ces hauteurs jusque-là improductives.

Parfois le torrent, qu'on croyait *éteint,* n'était qu'endormi : il se *réveille* (c'est encore un terme consacré), et brisant ses entraves recommence ses dévastations d'antan. Il faut alors revenir à la charge, réparer les premiers dégâts, reconstruire plus solidement les obstacles brisés... ; mais avec de la persévérance, le dernier mot reste à la volonté et aux efforts intelligents de l'homme.

Ces enseignements résultent, avec surabondance de détails et de preuves, de l'exposition tout entière du service de la restauration des montagnes. Forcé de nous restreindre, nous nous bornerons à en résumer les démonstrations les plus saillantes par la description des trois vues diorامiques : ce sont elles qui ont le plus vivement

attiré l'attention et doivent être le mieux présentes à la mémoire de ceux de nos lecteurs qui auront visité le Pavillon des forêts.

Les toiles sur lesquelles elles sont peintes sont placées à une dizaine de mètres du spectateur ; et celui-ci en est séparé par un espace relativement obscur, d'une largeur de 5 mètres, représentant un campement de montagne. Immédiatement à sa suite, le talus d'un saut de loup est garni de jeunes plants de pin et de sapin entremêlés de plantes basses diverses formant un premier plan en relief qui se fond, pour les yeux, avec les premiers plans de la toile peinte et complète l'illusion.

Le premier de ces dioramas, situé au fond de la galerie, représente un flanc de montagne des environs de Barcelonnette (Basses-Alpes) déchiré par un ravin torrentiel, le *Torrent du Bourget,* affluent de l'Ubaye, elle-même affluent de la Durance, et prenant naissance à 2937 mètres d'altitude pour étaler son cône de déjection dans la vallée de l'Ubaye à l'altitude de 1763 mètres, plus basse de 1174 mètres.

L'espace relativement sombre qui sépare le spectateur de cet aspect représente le baraquement d'un agent forestier chargé de diriger pendant des semaines, et quelquefois des mois entiers, les travaux dans la montagne.

Dès 1870, on s'est occupé de boiser, par semis et plantations de pin cembro, mélèze, pin de montagne *(P. uncinata*, Ramond), pin noir d'Autriche et pin sylvestre, tous les terrains *stables* du bassin, les essences étant échelonnées suivant des altitudes variant de 2900 à 1400 mètres. Ce n'était que la moindre partie de l'œuvre , aussi n'est-elle apparente qu'aux derniers plans du tableau. Ce qui en occupe les premiers, c'est l'ensemble des principaux travaux de *correction* qui ont fixé les terrains instables et amené l'extinction du torrent, c'est-à-dire sa réduction à l'état de ruisseau paisible et inoffensif.

Ces travaux ont porté sur la deuxième section du tor-

rent, le canal d'écoulement (1), d'une longueur de 1764 mètres. Ils ont consisté d'abord en vingt forts barrages en maçonnerie dont la hauteur varie de 3 à 7 mètres. Arrêtés par ces barrages, les matériaux charriés par le torrent se sont amoncelés derrière eux, y formant des atterrissements. Sur ceux-ci ont été établis des barrages parallèles, mais plus petits, plus rapprochés, et faits non plus de pierres, mais de clayonnages formés de boutures vivantes et relevés par des ailes de même mode de construction, afin de maintenir le cours d'eau sur le thalweg ainsi réglé. Enfin, l'ancien torrent étant de la sorte réduit à un mince filet d'eau de régime régulier, on peut couvrir ses berges et son ancien lit de plantations forestières, comme le montre le diorama du *Torrent du Bourget.*

Le diorama du *Riou Bourdoux*, situé entre le précédent et le suivant, représente un état de choses moins avancé. De l'intérieur d'un baraquement d'ouvriers avec deux lits de camp pour six hommes chacun et outils divers rangés le long des parois, l'on aperçoit un barrage principal construit en 1880-81 à l'extrémité inférieure du bassin de réception, et complété, à son pied, par un solide radier maintenu par un contre-barrage à l'aval. Le barrage a retenu à son amont tous les matériaux solides arrivés des hauteurs et qui, ainsi arrêtés et fixés, assurent désormais la fixité des berges qui les dominent. L'eau qui les avait entraînés, maintenant débarrassée d'eux et comme filtrée au travers, peut s'écouler, lors des crues, en une lame mince occupant les 20 mètres de largeur du couronnement du barrage, ce qui lui fait perdre une grande partie de sa puissance d'affouillement; le peu qui lui en reste

(1) On sait que la disposition la plus habituelle des torrents des Alpes consiste en trois éléments bien distincts : le *Bassin de réception*, à la partie supérieure, le *Canal d'écoulement*, dans la partie moyenne, et le *Cône de déjection*, qui est comme l'embouchure du torrent. — Voir, au besoin, l'exposé détaillé de cette classification dans nos articles antérieurs publiés sous ce titre : *Montagnes et torrents*, notamment dans la livraison d'avril 1882, tome XI de la Rev. des quest. scient., p. 487.

est utilisé pour la rectification du cours d'eau en aval, à l'aide de curages périodiques peu dispendieux auxquels sont occupés les ouvriers qu'on aperçoit dans le tableau.

C'est un tout autre mode de consolidation qui est représenté au troisième diorama, situé à côté de celle des entrées de l'annexe qui donne sur la galerie extérieure. Là nous ne sommes plus, comme au Bourget et au Riou Bourdoux, dans les Alpes et aux environs de Barcelonnette, mais bien en pleines Pyrénées, non loin de la station balnéaire de Cauterets. Le versant qui domine la *Combe de Péguère,* exclusivement composé de fragments détritiques et de blocs d'éboulis, autrefois maintenus par un recouvrement de terre végétale supportant une puissante végétation herbacée, mais dénudé par un pâturage abusif, en était arrivé à un état instable des plus inquiétants : il constituait ainsi une menace perpétuelle d'écroulement sur la petite ville et ses environs. Dès 1885, à la séance du 9 novembre, M. Demontzey avait signalé cet état de choses à l'Académie des sciences, en indiquant les moyens de parer à ce danger. Les travaux d'exécution, en pleine activité aujourd'hui, sont indiqués par le tableau dioramique. Sur les blocs les plus gros et présumés les plus solides, on a, en commençant par le sommet, appuyé de petits murs de soutènement en pierres sèches qui, en fixant les zones les plus branlantes du versant, les relient à celles où des fragments plus petits, mêlés de sable et de quelque terre végétale, comblent les interstices des éléments plus volumineux. Sur les bandes ainsi laissées en terrain naturel, on a assujetti des plaques de gazon ; la végétation frutescente et arbustive s'implantera petit à petit sur le sol ainsi reconstitué et préparera la place, pour un peu plus tard, à la végétation forestière proprement dite. Au moment où la vue a été prise, la moitié environ du travail était faite. On voit les ouvriers, sous la direction des préposés forestiers, eux-mêmes dirigés par les ordres de leurs chefs, occupés, sur le versant du précipice,

à leur périlleuse besogne. Les outils s'usent vite à ce rude service. Aussi un atelier volant, fourni de tout l'attirail nécessaire à la prompte réfection et réparation des outils, accompagne-t-il toujours les équipes d'ouvriers. C'est du fond d'un de ces ateliers, situé sur la rive gauche de la Combe, que l'on a vue sur le versant soumis aux travaux de consolidation.

Nous voici arrivé au terme de cette excursion rapide à travers les expositions forestières, avec celle de 1889 pour principal objectif. De celle-ci nous n'avons guère fait, on peut le dire, que décrire superficiellement l'aspect superficiel. Elle contient cependant les éléments d'une étude approfondie et complète de tout ce qui constitue, ou à peu près, l'art forestier en France et ses applications multiples. Aussi a-t-elle été fort remarquée, en outre du gros public, par les hommes compétents ; au point qu'il s'est produit, à son honneur, un incident qui ne saurait être passé sous silence. Le jury chargé d'apprécier les produits exposés par toutes les nations dans la Classe 42, qui comprend les produits des forêts, a proposé, sur l'initiative d'un de ses membres, M. Crespo y Martinez, délégué du Mexique, de donner un grand prix à l'Administration forestière française. Celle-ci, par l'organe de ses représentants, avait objecté que, plusieurs de ses agents étant jurés dans diverses autres classes, elle devait, d'après le règlement, se trouver hors concours. Mais les jurés étrangers, s'étant élevés unanimement contre cette interprétation qu'ils jugeaient inapplicable au cas particulier, ont entraîné l'opinion de leurs collègues français qui ont, avec eux, voté la proposition.

C'est là, nul n'y contredira, le plus bel éloge qui puisse être fait de l'exposition du Pavillon des Forêts au Trocadéro. On peut s'étonner, toutefois, de n'y avoir rien vu concernant le service de la fixation des dunes, qui avait été

si heureusement représenté au Chalet forestier de 1878. A part cette lacune, rien ne manque à ce véritable musée forestier... si ce n'est la permanence, au moins une permanence relative, laissant aux hommes d'étude un temps et un calme suffisants pour mettre à profit l'inépuisable collection de documents en nature, et surtout écrits ou dessinés, que renferme le Pavillon des Forêts.

Car tel est le revers de médaille de ces splendides mises à jour que, disposées de manière à attirer avant tout l'attention des désœuvrés et du public flottant, elles arrivent au terme du délai qui leur est assigné précisément au moment où un public moins nombreux, plus spécial et surtout plus attentif, pourrait tirer profit de ces richesses intellectuelles et mettre en œuvre une partie de cet ensemble si détaillé et si complet.

C. DE KIRWAN.

LE VOL CHEZ LES VERTÉBRÉS [1]

VI

LES CHEIROPTÈRES.

Les Cheiroptères, ou Chauves-Souris, sont les seuls Mammifères doués du vol actif. Ils correspondent aux Ptérosauriens, parmi les Reptiles, avec cette différence que, tandis que ces derniers volent surtout avec le cinquième doigt, les premiers, comme nous le verrons dans un instant, volent essentiellement avec toute la main.

Les Cheiroptères, rappelons-le, sont des Mammifères pourvus d'une dentition complète, de membranes cutanées entre les doigts allongés de la main, et entre les membres et les parties latérales du tronc, ainsi que de deux mamelles pectorales.

On peut les considérer, dit M. T. H. Huxley (2), comme des Insectivores extrêmement spécialisés dont les plus proches parents seraient les Galéopithèques.

Les Chauves-Souris ont toujours une paire de mamelles,

(1) Voir la livraison précédente, pp. 146 et suiv.

(2) *A Manual of the Comparative Anatomy of Vertebrated Animals.* London, 1871, p. 454.

mais peuvent en avoir deux, selon le célèbre naturaliste anglais. Leur membre antérieur est très long, quelques-uns de leurs doigts étant particulièrement étirés. *Il existe chez elles un patagium, ou expansion des téguments, unissant les membres antérieurs au tronc et étendu comme une vaste palmure entre les doigts démesurément prolongés.* Le troisième, le quatrième et le cinquième doigts (en comptant de dedans en dehors), et souvent aussi le deuxième, sont privés d'ongles. Le pouce, au contraire, a toujours un ongle.

La position favorite d'une Chauve-Souris au repos est de se tenir suspendue par l'un ou par les deux membres postérieurs, la tête en bas et le patagium replié sur elle comme un capuchon.

Le mode de mouvement le plus rapide des Chauves-Souris est le vol, au moyen de l'énorme membrane interdigitale principalement.

Les vertèbres cervicales des Chauves-Souris sont grandes par rapport aux autres vertèbres. Toutes les vertèbres, d'ailleurs, sont remarquables par le faible développement de leurs apophyses épineuses.

Les côtes sont longues et recourbées, formant une cage thoracique spacieuse.

Le sternum a une crête rappelant celle des Oiseaux et des Ptérosauriens, structure en rapport avec le développement des muscles pectoraux et, par conséquent, avec le vol actif.

Dans la région lombaire, la colonne vertébrale est concave en avant, formant presque un quart de cercle. Le sacrum est donc sensiblement à angle droit sur les vertèbres dorsales.

Dans le crâne, l'orbite n'est pas séparée par un anneau osseux de la fosse temporale. Les prémaxillaires sont petits et parfois rudimentaires.

Les clavicules, comme on devait s'y attendre, sont remarquablement longues et fortes. L'omoplate est large et

a une forte épine. Le cubitus est incomplet inférieurement, tandis que le radius est bien développé. Les doigts dépourvus d'ongles n'ont pas plus de deux phalanges.

Le bassin est étroit et allongé, et les pubis sont séparés à la symphyse comme dans quelques Insectivores. Les vertèbres caudales antérieures et les ischiums sont fréquemment réunis. Le péroné est rudimentaire. Il y a un os spécial (ou quelquefois un cartilage) qui supporte inférieurement la membrane interfémorale.

Tous les Cheiroptères possèdent trois sortes de dents : incisives, canines, molaires. L'intestin de ces animaux est dépourvu de cœcum.

Les testicules du mâle restent toujours cachés dans l'abdomen.

Les Cheiroptères se divisent en : Frugivores, Insectivores et Hœmatophiles, d'après M. Huxley.

Les Frugivores se nourrissent exclusivement de fruits. Toutes, sauf le genre *Hypoderme,* ont un ongle au second doigt de la main. La couronne de leurs molaires s'use si vite qu'elle devient bientôt divisée par un sillon longitudinal. Les incisives ne sont jamais à plus de deux paires en haut et en bas. La portion pylorique de l'estomac est énormément allongée.

Le nez n'est jamais orné d'appendices foliacés, et le pavillon de l'oreille a la forme ordinaire, sans productions accessoires, ni surtout bizarres.

Les Chauves-Souris frugivores sont confinées aux régions chaudes de l'Ancien Monde.

Elles comprennent : les Roussettes (*Pteropus),* les *Macroglossus,* les *Epomophorus,* les *Eleutherura,* les *Cynopterus,* les *Megera,* les *Hypoderma,* les *Harpya.*

Les *Roussettes (Pteropus)* (1) sont des Chauves-Souris plus grandes que toutes les autres ; elles peuvent atteindre un

(1) P. Gervais. *Mammifères,* etc., p. 184.

mètre d'envergure. Leur membrane interfémorale est rudimentaire, et souvent elles manquent de queue. Ces Chauves-Souris ne sont redoutables que par les dégâts qu'elles commettent dans les plantations dont elles enlèvent les fruits pour se nourrir. Elles dorment le jour et sortent principalement le soir ; cependant quelques-unes voient également bien à la clarté du soleil et dans une demi-obscurité. Dans beaucoup de localités, on mange la chair de ces animaux, dit Paul Gervais ; mais il faut avoir soin de la dépouiller avec propreté, parce que leur urine a une forte odeur musquée et que leurs poils en sont habituellement imprégnés.

Les Roussettes les plus rapprochées de nos contrées vivent en Asie-Mineure et en Égypte. Elles ont sans doute été connues des anciens, et elles ont probablement donné lieu à la fable des Harpyes. La Bible les nomme *Ataleph*. Elles sont rangées au nombre des animaux impurs dont les Israélites ne devaient pas se nourrir. Les anciens Égyptiens nous en ont laissé des figures sur leurs monuments.

Une des nombreuses espèces de Roussettes est le *Pteropus edulis*. Elle est remarquable par sa grande taille : c'est un Cheiroptère véritablement gigantesque, si on le compare à tous les autres, les individus adultes de cette espèce ayant jusqu'à $0^{m},45$ de longueur au tronc et $1^{m},50$ d'envergure. Sa tête a de l'analogie avec celle du Chien. Le pelage est noirâtre, avec du roux à la partie postérieure du cou, sur les épaules, au museau et sur la gorge.

Cette espèce est connue dans plusieurs îles de l'Archipel Indien.

Les Roussettes habitent de préférence les forêts les plus épaisses, et couvrent souvent les arbres de leurs nombreuses bandes. Elles se retirent peu, dit Brehm (1), dans

(1) A. E. Brehm. *Vie des animaux illustrée*, p. 162.

les fentes ou les trous. Le plus ordinairement, elles se suspendent par séries aux branches, en s'enveloppant la tête et le tronc de leurs ailes. Dans les sombres forêts vierges, elles volent quelquefois pendant le jour, mais leur vie ne commence en réalité qu'avec le crépuscule. Leur vue perçante et leur odorat très fin leur font découvrir de loin les arbres chargés de fruits savoureux et mûrs ; elles sucent les fruits plutôt qu'elles ne les mangent ; quelques espèces paraissent même se contenter du suc des fleurs. Les Roussettes recherchent particulièrement les bananes, les pêches, les baies de gui et les raisins. Le bruit qu'elles font en mangeant les trahit de loin, tant il est fort. Dans les contrées où elles sont nombreuses, on est obligé de protéger les arbres avec des filets.

Selon Köping, naturaliste suédois, les Roussettes avalent parfois tant de suc de palmier qu'elles s'enivrent et qu'elles tombent inertes sur le sol.

Pendant la nuit, le vol des Roussettes est vif et rapide, sans être bien élevé. Par terre, elles courent comme des rats, dit Brehm. Elles poussent des cris fréquents ; lorsqu'elles sont au repos sur un arbre, elles font entendre une espèce de glapissement ; quelquefois elles imitent les clameurs de l'oie.

La femelle n'a qu'une seule portée et met bas un ou deux petits, qui s'attachent à la mamelle et qu'elle emporte en volant.

En captivité, les Roussettes s'apprivoisent au bout de quelques jours, s'habituent facilement aux personnes qui les soignent et leur témoignent même de la reconnaissance.

On mange *Pteropus edulis* et on utilise sa peau ; mais, d'autre part, elle cause de grands dommages à l'homme par les dégâts qu'elle exerce dans les plantations.

Macroglossus a la tête très allongée (1) surtout dans sa

(1) P. Gervais. *Mammifères*, etc., p. 189.

partie faciale. Elle a les dents faibles, courtes, surtout les postérieures. Le nombre des molaires est de cinq en haut et de six en bas, de chaque côté. La langue est longue et exsertile. Il n'y a point de queue.

Macroglossus habite Java. Son corps n'a que $0^m,08$ et l'envergure ne dépasse pas $0^m,22$.

Epomophurus a la face encore plus allongée. Ses molaires sont au nombre de trois en haut et de six en bas de chaque côté. Sa lèvre supérieure est tombante, surtout dans le sexe mâle. Il y a également des bouquets divergents de poils aux épaules chez ces derniers. La queue manque.

Epomophorus existe dans le Sennaar. Son envergure ne dépasse guère $0^m,30$.

Eleutherurus est essentiellement propre à l'Afrique. Ses molaires sont au nombre de cinq en haut et de six en bas de chaque côté. Son crâne est plus long dans la partie faciale et moins arqué au-dessus du cerveau. Le corps se termine par une petite queue.

Eleutherurus, appelé aussi *Cynonycterus,* habite l'Égypte. C'est cet animal que les anciens Égyptiens ont représenté. Il a $0^m,55$ d'envergure et le poil gris brun.

Hypoderma a une queue rudimentaire, mais il n'a pas deux paires de dents incisives à chaque mâchoire. E. Geoffroy l'a décrit d'après un exemplaire que Péron et Lesueur avaient pris à Timor ; on l'a trouvé depuis à Amboine et à Banda. Comme nous venons de le dire, l'Hypoderme de Péron n'a qu'une seule paire d'incisives à chaque mâchoire ; l'inférieure est très petite ; il montre quatre molaires supérieures et six inférieures ; l'*index de cette Chauve-Souris* manque de l'ongle qui caractérise toutes les autres Chauves-Souris frugivores. Son envergure approche de $0^m,80$.

Harpya, dit Paul Gervais, est remarquable par sa tête arrondie, par ses narines très écartées et tubuleuses ; son index est pourvu d'un ongle. Elle n'a aussi qu'une

paire d'incisives supérieures, et en manque même tout à fait inférieurement. Il y a huit molaires à la mâchoire supérieure et dix à la mâchoire inférieure.

Les Chauves-Souris insectivores peuvent être divisées en *Phyllostomidés, Rhinolophidés* et *Vespertilionidés.*

La famille des *Phyllostomidés* comprend des Chauves-Souris américaines dont les narines sont percées dans une espèce d'écusson membraneux à peu près demi-circulaire, et surmontées d'une feuille en fer de lance. Ces animaux ont habituellement deux paires d'incisives à chaque mâchoire, selon Paul Gervais. La grandeur de leur membrane interfémorale est variable ; leur queue est courte ou nulle ; leurs oreilles ont un petit oreillon crénelé.

La langue des Phyllostomiens est toujours plus ou moins singulière : très extensible chez les Glossophages, elle est garnie à sa face supérieure, chez d'autres, et en particulier chez les Sténodermes et les Phyllostomes, de papilles qui paraissent destinées à faire l'office de ventouses.

Paul Gervais divise les Phyllostomidés en quatre genres : *Phyllostoma, Glossophaga, Stenoderma* et *Desmodus;* mais nous laisserons momentanément le dernier de côté, car il rentre dans la division des *Hæmatophiles* de M. Huxley.

Le genre *Phyllostoma* a pour type le *Fer-de-lance* de Buffon. Cette grosse espèce de Chauve-Souris a vingt molaires. Sa feuille nasale est hastiforme, avec la partie basilaire bien développée. La tête est médiocrement allongée. La membrane interfémorale est grande et s'étend comme un voile entre les cuisses et les jambes ; il y a un rudiment de queue.

Le Phyllostome Fer-de-lance vit au Pérou, au Brésil et à la Guyane.

Le genre *Glossophaga,* créé par E. Geoffroy, comprend des Chauves-Souris à feuille nasale moins grande que celle

des Phyllostomes et des Sténodermes, mais à peu près de la même forme. Leur tête est plus allongée. Les dents sont petites et assez analogues pour l'apparence à celles des Macroglosses. On compte cinq, six, ou peut-être même sept paires de molaires supérieures et inférieures.

Le principal caractère des Glossophages, selon Paul Gervais, consiste dans leur langue, qui est longue, déliée, très extensible, et dont la surface est garnie d'un assez grand nombre de poils. Leur nom signifie *mange-langue*, allusion à la facilité d'extension dont jouit cet organe qu'ils font souvent sortir et rentrer avec précipitation.

La queue des Glossophages est courte ou nulle, et leur membrane interfémorale médiocre ou même rudimentaire.

Les Glossophages sont des Chauves-Souris insectivores ayant à peu près $0^{m},20$ d'envergure. Les voyageurs qui les ont apportées du Brésil et de la Guyane ne nous ont rien appris de particulier sur leurs mœurs.

Il y a quatre espèces dans le genre *Glossophaga*.

Les Chauves-Souris du genre *Stenoderma* ont les dents autrement conformées que celles des genres *Phyllostoma* et *Glossophaga*. Les canines sont moins longues. Les molaires sont aplaties obliquement à la couronne, et manquent de tubercules relevés en pointe ; ces dents ont aussi une autre forme, et la dernière de celles qui garnissent la mâchoire supérieure est subarrondie au lieu d'être étroite et transversale. Il y a quatre ou cinq paires de molaires supérieures et habituellement cinq inférieures.

Un caractère non moins important des Sténodermes, et qui leur a même valu ce nom (*Stenoderma*, c'est-à-dire membrane étroite) consiste dans le peu d'étendue de leur membrane interfémorale, qui forme une simple frange entre leurs cuisses, au lieu de s'étendre en manière de voile. Les lèvres des Sténodermes sont garnies de verrues.

Le genre *Stenoderma* comprend six espèces. On les trouve à Cuba, à Haïti, à la Jamaïque, à la Guyane, au Brésil, au Paraguay et au Chili.

La famille des *Rhinolophidés* est composée de Chauves-Souris ayant une feuille nasale qui rappelle celle des Phyllostomidés, sans être cependant conformée de la même manière. Les dents ressemblent plus à celles des Vespertilionidés qu'à celles des Phyllostomidés.

Cette famille comprend les genres : *Megaderma*, *Rhinopoma*, *Nycteris*, *Rhinolophus* et *Nyctophilus*.

Megaderma, quoique privé de queue, a une membrane interfémorale très ample. Les oreilles sont fort développées et réunies, par dessus la tête, sur la ligne médiane; leur oreillon est considérable. Les narines sont surmontées d'une feuille nasale, et cette feuille est grande et compliquée.

Les Mégadermes sont exclusivement propres à l'Asie et à l'Afrique. Leurs dents, appropriées à un régime insectivore, se composent de cinq paires de molaires à la mâchoire supérieure et de cinq à l'inférieure, de quatre canines assez fortes et de deux paires d'incisives inférieures seulement. Leur os intermaxillaire reste cartilagineux; il ne semble pas y avoir d'incisives supérieures, au moins chez l'adulte. Il y a cinq espèces de Mégadermes. Le Mégaderme Lyre a la feuille nasale rectangulaire, et la follicule qui la précède de moitié plus petite; son envergure, lorsqu'il a les ailes étendues, est de trente-cinq centimètres. On le trouve sur la côte du Malabar.

Le genre *Rhinopoma* est facile à distinguer par la petitesse de sa membrane nasale, par son oreillon assez grand, et surtout par sa queue, qui est longue et grêle et que la membrane interfémorale ne borde qu'en partie.

Les dents sont au nombre de vingt-huit : quatre canines, comme d'habitude chez les Chauves-Souris; une paire d'incisives ; quatre paires de molaires supérieurement; deux paires d'incisives, plus cinq paires de molaires inférieurement.

Il y a deux espèces de *Rhinopoma*. Le Rhinopome microphylle est la *Chauve-Souris d'Égypte* de Pierre

Belon, savant naturaliste français du XVIe siècle. L'autre espèce vient du Bengale.

E. Geoffroy a formé le genre *Nycteris* pour des Chauves-Souris ayant quelque analogie avec les Rhinolophes, mais qui s'en distinguent aisément par la présence d'un véritable oreillon et par la disposition excavée de son chanfrein, dans lequel la feuille nasale est pour ainsi dire cachée sous la forme d'un appareil crypteux. La queue des Nyctères est de grandeur ordinaire, et elle a sa dernière pièce bifurquée pour soutenir le sommet de la membrane interfémorale. Ces animaux ont deux paires d'incisives supérieures et trois paires d'inférieures; leurs molaires sont au nombre de quatre paires en haut et de quatre ou cinq en bas.

Les Nyctères ont les mœurs des Rhinolophes. On en a trouvé en Égypte au Sennaar, au Sénégal, à la côte Mozambique, à Fernando-Po, ainsi qu'au Damara en Afrique; on en cite aussi de Java.

Il y aurait sept espèces de *Nycteris*. La plus connue *(Nycteris hispida)* a été décrite par Daubenton sous le nom de *Campagnol-volant*.

Le genre *Rhinolophus*, qui comprend de nombreuses espèces, renferme les Chauves-Souris auxquelles, d'après Daubenton, on donne le nom de *Fer-à-Cheval*. Ce genre serait étranger à l'Amérique. Il est facile à reconnaître à sa feuille plus ou moins compliquée et composée de deux parties : l'une basilaire, à peu près en forme de fer à cheval; l'autre montante, en lamelle découpée, verruqueuse, ou bien en fer de lance et comme gaufrée sur la face antérieure par des cavités en forme de cellules.

Les oreilles des Rhinolophes, dit Paul Gervais, sont en cornets évasés, plus ou moins plissées auprès de leur bord externe et sans oreillon intérieur. Leur queue est de grandeur ordinaire et comprise dans la membrane jusqu'à sa pointe.

L'os intermaxillaire est lamelleux et mobile, ne portant

qu'une seule paire de dents incisives; inférieurement, il y a deux ou trois paires de dents, suivant les espèces. Les canines sont assez fortes. Les molaires varient de 4 à 5 en haut, de chaque côté, et de 5 à 6, en bas, également de chaque côté. La dentition est appropriée au régime insectivore.

Le crâne des Rhinolophes est très renflé dans la région olfactive.

Les Rhinolophes, contrairement à ce qu'avaient pensé certains auteurs, n'ont qu'une seule paire de mamelles, d'après Paul Gervais. Leur pelage est en général pâle, quelquefois orangé, plus ou moins élégant, toujours long et très fourni.

Paul Gervais mentionne une vingtaine d'espèces de *Rhinolophus*. Le Rhinolophe fameux *(R. nobilis,* Horsfield) est le plus grand de tous. Son pelage est varié de marron, de gris brun et de blanc. Il a $0^{m},53$ d'envergure. Il habite les îles de Java, de Sumatra, d'Amboine et de Timor.

Le *Rhinolophus ferrum-equinum* ou *Grand-Fer-à-Cheval* habite la France, notamment. M. F. Pouchet en a étudié les mœurs. Voici les renseignements que ce naturaliste nous donne sur les animaux qui nous occupent.

Dans une excursion qu'il fit dans les souterrains d'une ancienne abbaye du département de la Seine-Inférieure, il trouva les voûtes garnies d'une telle abondance de Chauves-Souris Grand-Fer-à-Cheval, que, dans certains endroits, celles qui étaient accrochées paraissaient presque se toucher.

Effrayées et mises en mouvement par la présence des élèves qui accompagnaient M. Pouchet et par la lumière des flambeaux, ces Chauves-Souris, dans leurs efforts pour fuir, laissèrent tomber des petits qui vinrent choir sur les visiteurs, s'accrocher à leurs vêtements, ou tomber sur le sol de la caverne qu'ils jonchèrent dans toute son étendue. La longueur de ces jeunes animaux

était de $0^m,01$ environ. Toutes les mères qui furent prises avaient déjà laissé tomber leurs petits; M. Pouchet ne put donc s'assurer cette fois comment elles les portaient pendant le vol.

Mais il fut plus heureux un autre jour. Pendant la chasse active qu'il fit faire aux Chauves-Souris, on ne trouva plus que deux petits sur le sol, et l'on prit quatre mères qui avaient encore chacune un petit cramponné à son corps. Il fut alors très facile à M. Pouchet de reconnaître le procédé par lequel le jeune adhérait à la mère et résistait aux mouvements brusques qui ont lieu dans le vol de ces Mammifères.

Chaque femelle ne portait qu'un seul petit, et celui-ci se cramponnait à l'aide des pattes de derrière et dans une position renversée. Il embrassait même sa mère si fortement qu'au premier aspect les deux animaux, dont les formes étaient en quelque sorte confondues, offraient la plus étrange configuration. Le groupe, examiné avec soin, faisait découvrir que le petit était cramponné à sa mère à l'aide des ongles acérés de ses pattes de derrière, dont chacune était accrochée sur les parties latérales du tronc, au-dessous des aisselles, de telle manière que le ventre du jeune individu était en contact avec l'abdomen de la femelle qui le portait. La tête du jeune nourrisson regardait en arrière et dépassait la membrane qui s'étend des pattes à la queue. La mère, pour faciliter cette suspension, avait probablement ses tarses passés au-dessous du pli de l'aile de son petit.

L'adhérence de ces jeunes Chauves-Souris à leur mère était telle que les plus brusques secousses ne les en détachaient pas.

M. Pouchet pense que, tandis qu'elle vole, la mère ne s'occupe nullement de son petit, excepté peut-être lorsqu'il est un peu grand, et qu'alors elle passe, comme on l'a dit plus haut, ses tarses postérieurs sous ses ailes. Cela explique pourquoi, durant sa première excursion, le savant

naturaliste français trouva bientôt un grand nombre de petits sur la terre, tandis que, durant la seconde, tous adhéraient fortement à leur mère. Dans la première circonstance, ils étaient beaucoup plus jeunes, et, ayant moins la force de se cramponner, ils se détachaient facilement du corps de leur nourrice durant les brusques mouvements qu'elle opérait dans sa fuite; mais, lors de la seconde visite, ils adhéraient fortement à leur mère et n'en pouvaient être détachés que lorsqu'on employait la force.

Les Chauves-Souris Grand-Fer-à-Cheval ne paraissent pas avoir beaucoup d'affection pour leur progéniture, car, lorsqu'elles sont capturées et que leur petit les gêne par ses mouvements, elles le mordent avec rage.

Du reste, lorsque les Chauves-Souris sont en repos et accrochées aux voûtes des cavernes, le petit est très probablement dans une situation différente et sans doute inverse, pour que la tête soit en contact avec les mamelles. Il ne prend la position décrite ci-dessus que pendant le vol de sa mère, à la surface de laquelle il se meut avec la plus grande facilité, en s'accrochant à sa peau à l'aide des griffes de ses pattes et de ses ailes. On en voit qui, pendant que la nourrice a les ailes étendues, passent au-dessous d'elle, montent sur son dos et se fixent à volonté sur toute la périphérie de son tronc. Mais les mouvements du petit ne se font pas sans qu'il enfonce profondément ses ongles acérés dans la peau de sa mère, et la douleur de celle-ci se manifeste par des cris, ainsi que par les morsures qu'elle fait au jeune animal pour arrêter cette singulière pérégrination sur son corps.

Auprès des Rhinolophes et des Nyctères vient se placer le genre Nyctophyle *(Nyctophilus,* Leach), dont l'espèce, qui paraît unique, étudiée de nouveau par M. Temminck, est aussi l'une des Chauves-Souris que possède l'Australie. On l'appelle *Nyctophilus Geoffroyi.* Elle a une paire d'incisives supérieures et deux inférieures. Ses molaires ne sont qu'au nombre de quatre paires à chaque mâchoire,

ce qui, joint à ses quatre canines, lui fait, en tout, vingt-six dents. Ses oreilles sont grandes et pourvues d'un oreillon lancéolé ; sa feuille est enfoncée comme celles des Nyctères. Cette Chauve-Souris n'a que douze ou treize centimètres d'envergure. Sa queue, qui a sept millimètres de longueur, est comprise jusqu'à son extrémité dans la membrane interfémorale.

On réunit, sous le nom de *Vespertilionidés*, un grand nombre de Chauves-Souris dépourvues de feuille nasale, mais dont les ailes, la queue et le système dentaire ont une disposition plus ou moins analogue à celle qu'ils ont chez les Rhinolophidés.

Les Vespertilionidés ont la queue plus ou moins rudimentaire dans certains genres, tandis que d'autres l'ont plus longue que la membrane interfémorale.

Les Vespertilionidés, selon Paul Gervais, contiendraient les genres : *Taphozous, Saccopteryx, Diclidurus, Noctilio, Vespertilio* et *Molossus*.

Le genre *Taphozous* a été créé par E. Geoffroy. Il forme un petit groupe encore voisin des Rhinolophes. Il y a ici un oreillon comme chez les Rhinopomes et chez les Nyctères. La queue est aussi de longueur ordinaire. En outre, elle passe au-dessous de la membrane interfémorale qui est cependant assez grande, mais sans être comprise dans son épaisseur comme chez la plupart des autres Chauves-Souris. Ici encore, l'os prémaxillaire est cartilagineux et il paraît manquer de dents incisives. Il y a en tout vingt-six dents. Le front est excavé. On ne voit à la surface extérieure de la tête aucun rudiment de feuille membraneuse.

Les *Taphozous* appartiennent à l'Afrique et aux parties chaudes de l'Asie. Il y en aurait sept espèces, d'après Paul Gervais. Le *T. perforatus* est le *Lérot-volant* de Daubenton. Il a vingt-six centimètres d'envergure.

Le genre *Saccopteryx* a été fondé par Illiger pour une espèce de Chauve-Souris n'ayant qu'une paire de dents

incisives supérieures et trois inférieures. Les molaires sont au nombre de cinq paires à chaque mâchoire. La queue est plus courte que la membrane interfémorale. Il y a, à l'aile, sous la base de l'avant-bras, une sorte de petit sac membraneux, d'apparence glandulaire, qui a son orifice à la face supérieure de la membrane.

Le *Saccopteryx* vit à la Guyane.

Le genre *Diclidurus* a la queue plus courte que la membrane interfémorale et qui se termine auprès d'une double écaille supportée par celle-ci. Il n'y a qu'une seule espèce, de taille médiocre. Son pelage est d'un blond très pâle. C'est un animal de l'Amérique intertropicale.

Nous arrivons au genre *Noctilio*. Linné, dit Paul Gervais, qui a constamment réuni en une seule famille, sous le nom de *Vespertilio*, toutes les Chauves-Souris connues de son temps, faisait pour le Noctilion une exception à la fois singulière et unique. Il le séparait génériquement de toutes les autres, et il l'a même, pendant plusieurs années, classé dans l'ordre des Rongeurs!

Et pourtant, le Noctilion a tous les caractères généraux des autres Cheiroptères ; mais Linné se faisait une idée inexacte du système dentaire de cette Chauve-Souris.

Les Noctilions sont de taille moyenne. Leurs oreilles, assez grandes, sont pourvues d'un oreillon petit et crénelé. Leur nez ne porte point de feuille. Leurs lèvres sont grosses, et la supérieure montre une double fissure verticale qui donne à la face un aspect rappelant le bec-de-lièvre. La membrane alaire ne descend pas au-dessous du genou. Les jambes sont longues, et la portion interfémorale de leur patagium, qui est très étendue, dépasse le niveau des talons, d'où partent deux forts éperons qui la soutiennent latéralement sans se rejoindre sur son milieu. La queue ne franchit pas le premier tiers de cette membrane.

La dentition des Noctilions est franchement insectivore. Il y a vingt-huit dents. On ne trouve les Chauves-Souris

dont nous parlons que dans les parties chaudes de l'Amérique méridionale. Il y en a deux espèces. Le *Noctilion Bec-de-lièvre,* notamment, a $0^m,50$ d'envergure.

Les *Vespertilio* sont des Chauves-Souris de dimension moyenne ou petite, se nourrissant essentiellement d'insectes et ayant plus ou moins les allures et le vol des espèces connues en Europe. On en trouve, pourtant, dit Paul Gervais, sur tous les points du globe.

En général, les Vespertilions se reconnaissent à leur queue presque toujours longue et bordée jusqu'au bout par la membrane, ainsi qu'à leur système dentaire.

Certains Vespertilions se distinguent des autres en ce que leur queue est moins longue que la membrane interfémorale. Un assez grand nombre joignent au caractère d'avoir la queue de longueur ordinaire et comprise dans la membrane interfémorale, celui de ne posséder qu'une seule paire d'incisives supérieures. Elles diffèrent les unes des autres par le nombre de leurs dents molaires, par la forme de leurs oreilles et par quelques caractères de moindre importance.

Il y a ainsi des Vespertilions pourvus de trente-deux dents dont dix-huit molaires seulement. Il y en a avec trente-quatre dents dont vingt molaires. Il y a en a qui sont pourvus de trente-six dents dont vingt-deux molaires. Il y en a, enfin, qui sont pourvus de trente-huit dents, dont vingt-quatre molaires.

Les Vespertilions comprennent notamment l'*Oreillard* et le *Noctule*.

L'Oreillard de Daubenton est une Chauve-Souris de petite taille, ayant $0^m,30$ d'envergure, à poils gris en dessus, gris cendré en dessous, assez longs, et qui est surtout remarquable par les grandes dimensions de ses oreilles et par les grands oreillons spadiformes qu'on voit dans leur cornet. L'Oreillard est de plusieurs parties de l'Europe. On le trouve en France, aussi bien dans le nord que dans le centre ou dans le midi, mais il est rare partout.

L'Oreillard, dit Brehm, est de toutes les Chauves-Souris celle qui supporte le plus longtemps la captivité. Lorsqu'on le soigne bien, il peut vivre plusieurs mois ou même quelques années privé de liberté. C'est pour cela qu'on le choisit ordinairement lorsqu'on veut faire des observations sur les Chauves-Souris. On peut, jusqu'à un certain point, l'apprivoiser et lui apprendre à connaître son maître.

Un Oreillard a été observé très attentivement pendant plusieurs semaines par Fréd. Faber. Il était très éveillé, surtout le soir; il volait quelquefois pendant le jour, mais se reposait régulièrement vers le milieu de la nuit. Il traversait l'air, dans une chambre, avec la plus grande aisance, ayant presque toujours les ailes immobiles; toutefois, il lui arrivait aussi de les fermer ou de les étendre pendant le vol. Pour éviter un obstacle, il décrivait un arc. Il progressait rapidement sur le sol et s'élevait en l'air avec facilité. Il grimpait très bien sur les murs, grâce à la griffe dont son pouce est armé. Au moindre bruit, il remuait ses longues oreilles, les dressait comme font les chevaux, ou les tordait comme des cornes de béliers, si le bruit continuait ou devenait trop fort.

Au repos, il rabattait toujours, selon le naturaliste allemand, ses oreilles en arrière, tournait souvent la tête, se léchait et flairait. Comme pour toutes les Chauves-Souris, les parasites le tourmentaient fréquemment, et il se grattait souvent la tête avec les ongles.

Pendant le froid il restait immobile. Mais, dès que le soleil le réchauffait, il s'éveillait et parcourait sa prison.

Il n'avait rien perdu de sa voracité naturelle, car, lorsqu'on plaçait des mouches dans sa cage, il leur faisait aussitôt la chasse, et il ne lui en fallait pas moins d'une soixantaine pour calmer sa faim. Comme on l'observe également chez les Chauves-Souris frugivores, il digérait aussi rapidement qu'il mangeait, et remplissait sa cage de ses excréments en même temps qu'il prenait son repas.

Il ne voyait pas sa proie : il l'entendait et il la sentait, dit Brehm. Dès que des mouches volaient dans son voisinage, il devenait inquiet, voltigeait en renifiant dans tous les sens, dressait les oreilles, s'arrêtait devant une de ces mouches, se précipitait aussitôt sur elle, faisait en sorte de la couvrir avec ses ailes étendues et la prenait ensuite entre les dents. Il mâchait très vite sa nourriture, la léchait avec la langue, et savait très bien rejeter les jambes et les ailes, qu'il n'aimait pas à avaler. Ce n'est que sous l'empire de la faim qu'il touchait aux mouches mortes. Après chacun de ses repas il se reposait.

M. G. Daniell a fait quelques observations sur le *Vespertilion noctule*, dont la description est due à Daubenton et qui est caractérisé de la manière ci-après : il a trente-quatre dents, et son oreillon a l'apparence d'un petit couperet. La Noctule est une Chauve-Souris de nos pays.

Le 16 mai 1834, dit Brehm, M. Daniell se procura quatre femelles et un mâle de Vespertilion noctule. Le mâle était très sauvage, cherchait sans cesse à s'échapper, et mourut au bout de dix-huit jours, après avoir refusé toute espèce de nourriture. Trois femelles succombèrent peu après. Celle qui survécut fut nourrie avec du foie et du cœur de volaille, qu'elle mangeait à peu près comme eût fait un chien. Elle mettait un soin particulier à sa toilette, employait beaucoup de temps à nettoyer sa fourrure, et à la partager en deux portions par une raie droite qui suivait le milieu du dos ; pour cela, elle se servait de ses extrémités postérieures comme d'un peigne. Elle mangeait beaucoup relativement à son poids, et se tenait presque constamment pendue au sommet de sa cage, ne quittant cette position que le soir pour prendre sa nourriture.

Le 23, M. Daniell, ayant remarqué que sa Noctule paraissait fort inquiète, la surveilla avec soin et fut témoin de la naissance d'un jeune. Après une heure d'agitation environ, la Noctule se fixa par les membres antérieurs, étendit ses pieds de derrière et enroula sa queue de manière

à former avec la membrane interfémorale une espèce de sac dans lequel fut reçu le petit, de taille relativement assez forte, entièrement nu et aveugle. Un cordon ombilical, long de 6 centimètres, l'attachait à la mère, qui ne tarda pas à le couper, puis se mit à lécher et à nettoyer son petit. Cela fait, elle reprit sa position accoutumée et enveloppa si bien son jeune avec ses ailes qu'il fut impossible d'observer le mode d'allaitement. Le lendemain, elle mourut, et on observa le nourrisson encore à la mamelle. On s'efforça de le nourrir avec une éponge imbibée de lait ; mais il succomba, à son tour, au bout de huit jours, sans que ses yeux se fussent ouverts. Quelques poils commençaient à apparaître sur son corps.

Pour en finir avec les Chauves-Souris, après avoir traité des *Frugivores* et des *Insectivores,* il nous reste à parler des HÆMATOPHILES.

Ce dernier groupe a été fondé par M. Huxley pour les véritables Vampires, ou Chauves-Souris qui se nourrissent de sang, qu'elles sucent sur les êtres vivants. Il comprend notamment le genre *Desmodus*. La particularité la plus remarquable des Hæmatophiles est la structure de l'estomac.

Chez *Desmodus*, l'œsophage, très étroit, conduit dans un estomac qui serait extrêmement petit, si sa portion cardiaque ne se prolongeait en un long boyau, plus long que le corps et qui est replié sur lui-même dans l'abdomen. C'est dans ce singulier cœcum que séjourne le sang aspiré avant de passer dans l'intestin. Cette disposition est unique parmi les Mammifères.

Le genre *Desmodus,* dont on doit la distinction au prince Maximilien de Neu-Wied, écrit Gervais, est un des plus curieux parmi les Chauves-Souris. Les incisives supérieures, dont il n'y a qu'une seule paire, sont fortes, sub-

(1) T. H. Huxley. *On the structure of the stomach in Desmodus rufus.* Proc. Zool. Soc. London. 1865.

triangulaires et aiguës ; les inférieures, en deux paires, sont séparées sur la ligne médiane par un espace vide ; elles sont assez petites et bidenticulées à leur couronne. Les canines supérieures présentent à peu de chose près la forme des incisives de la même mâchoire, mais elles sont moins larges d'avant en arrière et un peu moins arquées ; leur sommet est, comme celui des incisives, en pointe tranchante. Les canines inférieures sont assez semblables à celles des autres Chauves-Souris. *Desmodus* n'a que deux paires supérieures de dents molaires et trois inférieures, toutes comprimées, tranchantes et *pourvues d'une seule racine.*

Les puissantes incisives supérieures, ainsi que les canines tranchantes qu'ils ont à la même mâchoire, permettent aux *Desmodus* de percer avec facilité le derme de leurs victimes, en même temps que la disposition de leurs lèvres leur rend plus facile la succion du sang qui s'échappe par l'ouverture qu'ils ont pratiquée.

La membrane interfémorale de *Desmodus* est courte et il n'y a pas de trace extérieure de queue ; l'oreillon est petit et découpé ; les oreilles sont écartées, et la feuille nasale consiste essentiellement dans une portion basilaire avec une partie seulement de la feuille hastiforme qui surmonte le nez des autres Chauves-Souris.

Il n'y a qu'une espèce de *Desmodus* : c'est le vrai Vampire, le *Desmodus rufus* ou *Desmodus Orbignyi,* qu'on appelle encore quelquefois *Edostoma cinerea.* On le trouve au Chili, au Pérou, en Bolivie, au Brésil et dans la Guyane, selon Paul Gervais. Sa taille ne dépasse pas celle de nos Chauves-Souris communes. Sa couleur est un brun cendré un peu roussâtre.

Le célèbre naturaliste Ch. Darwin a observé les mœurs du Vampire, lors de son voyage autour du monde sur le navire le *Beagle.* Voici les renseignements qu'il fournit à cet égard :

Le Vampire, dit-il, cause fréquemment de grands em-

barras en mordant les chevaux au garrot. La blessure en elle-même n'est pourtant pas grave ; mais la pression de la selle y provoque une inflammation qui la rend douloureuse. Darwin a vu, un soir, prendre un Vampire, justement comme il était occupé à sucer le sang d'un cheval. Il bivouaquait près de Coquimbo, au Chili, lorsque son domestique, remarquant que les chevaux étaient très agités, alla voir ce qui se passait, et, en plaçant sa main sur le garrot de l'un d'eux, saisit un Vampire. Le lendemain matin, la blessure était visible, car il y avait un gonflement local sanguinolent. Mais, trois jours après, on put monter le cheval sans aucune difficulté.

Cela clôt ce que nous avions à dire des Chauves-Souris ou *Cheiroptères*. En terminant, observons que ces animaux *sont des formes douées du vol actif. Leur appareil du vol est constitué par des expansions cutanées pourvues d'un squelette spécial, particulièrement celui de la main démesurément allongé. Le patagium se compose de la membrane antébrachiale (s'étendant du poignet au cou), de la membrane alaire (s'étendant entre les doigts, puis entre le cinquième doigt et le tronc) et de la membrane interfémorale (s'étendant entre les deux jambes). On peut donc dire que, tandis que les Ptérodactyles volent surtout avec le cinquième doigt, énormément étiré, les Chauves-Souris volent principalement avec la main, mais avec toute la main.*

VII

L'ARCHÉOPTÉRYX.

Jusqu'à présent, nous n'avons rencontré, dans les divers groupes de Vertébrés, que le vol à l'aide d'une membrane. Nous allons maintenant aborder le vol au moyen de plumes dans ses diverses phases. Et de même que, plus haut, nous nous sommes adressé en premier lieu

aux stades les moins parfaits, les moins avancés, du vol à l'aide d'une membrane, nous commencerons aussi par les ailes emplumées les moins parfaites ; nous continuerons par les types les plus perfectionnés, et nous achèverons par l'étude de la dégradation de ceux-ci.

Cela posé, nous arrivons à l'Archéoptéryx. Nous nous servirons constamment, pour faire connaître cet animal, de la monographie de M. W. Dames, l'éminent professeur de l'Université de Berlin (1).

Les premiers restes de l'Archéoptéryx furent découverts en 1860 : ils consistèrent d'abord en une simple plume. Un peu plus tard, en 1861, on mit la main sur un spécimen presque complet et pourvu de ses plumes, dans les carrières de pierres lithographiques de Solenhofen. Puis plus de quinze ans s'écoulèrent avant qu'on retrouvât des débris de cet animal dont on peut dire qu'il fit époque dans la science. Ce n'est qu'en 1877 qu'on exhuma un second squelette, qui était enfoui dans les schistes lithographiques de Blumenberg, près d'Eichstätt, dans la carrière de M. Dürr ; le premier provenait de Langenaltheimer Haardt, près de Pappenheim, à trois heures et demie de marche du point où on a recueilli le second. Il est bon, dit M. Dames, de signaler cet écartement des gisements, car on a déjà exprimé l'opinion que l'Archéoptéryx ne se trouverait que dans un point ou à un niveau déterminé, ce qui n'est pas.

Peu après que le second exemplaire d'Archéoptéryx fut trouvé par le maître carrier Dürr, il passa entre les mains de M. E. Häberlein, qui sut le préparer si habilement qu'on ne tarda pas à s'apercevoir qu'il surpassait le premier sous tous les rapports. En effet, il montrait, notamment, la tête et, dans ses mâchoires, de petites dents ! D'autre part, les membres antérieurs (ailes) étaient préservés jusque dans les moindres détails, et leur squelette

(1) W. Dames. *Ueber Archaeopteryx.* Palæontologische Abhandlungen (W. Dames et E. Kayser). II, 3, 1884.

avait conservé leurs diverses pièces dans leur position naturelle, ce qui permettait de voir tout ce que le premier spécimen laissait dans le doute.

Aussitôt que ces détails furent connus, et comme cela va de soi, de nombreux musées désirèrent acquérir le précieux fossile. Cependant, en attendant que des arrangements définitifs pussent être pris, et pour éviter que cette pièce unique quittât l'Allemagne, comme le premier Archéoptéryx, qui est maintenant au British Museum, le Dr O. Volger, président de l'Église allemande libre de Francfort-sur-le-Mein, passa un contrat avec M. Ernest Häberlein, par lequel ce dernier, tout en conservant ses droits de propriété, cédait pour une durée de six mois son exemplaire à l'Église allemande libre, dans le but d'en faciliter l'achat, soit par ladite Église, soit par une institution *allemande* quelconque. Le contrat stipulait, d'ailleurs, que l'Église libre prenait l'engagement de ne laisser modifier la plaque par personne, et qu'on n'en ferait ni moulage, ni empreinte, ni imitation, ni dessin, ni photographie, ou, en général, aucune reproduction quelconque.

Pendant que le second Archéoptéryx était en dépôt à l'Église allemande libre, il fut offert en vente, en même temps qu'une riche collection d'autres fossiles de Solenhofen, à beaucoup de musées allemands et même au gouvernement impérial, pour la somme de 45 000 francs. Mais comme, d'une part, le gouvernement lui-même n'a pas de collections, et comme, d'autre part, les fonds nécessaires n'étaient pas disponibles, les six mois s'écoulèrent sans qu'on fût arrivé à aucun résultat. Une prolongation de contrat de trois mois, puis sans délai, s'étant montrée infructueuse, au bout de quelque temps M. Häberlein se vit forcé de s'occuper lui-même de la vente.

Il rapporta, au commencement du mois de décembre, son Archéoptéryx à Pappenheim, et s'adressa à plusieurs musées, notamment à ceux de Genève et de Munich, qui ne purent faire l'acquisition par suite du manque de ressources. Il se tourna alors vers Berlin.

Comme le ministère prussien des cultes était disposé à acheter la collection dont faisait partie l'Archéoptéryx, sous la condition qu'on en réduirait le prix de 45 000 à 32 500 francs, M. E. Beyrich, le célèbre professeur de l'université de Berlin, partit pour Pappenheim afin d'examiner de près cette collection et de faire un rapport détaillé sur sa valeur. A cette même époque (commencement d'avril 1880), l'illustre électricien Werner Siemens avait eu connaissance qu'une pièce scientifique de haute importance avait été découverte en Allemagne, que son propriétaire avait cherché, sans succès, à la vendre dans le pays, et qu'il était en pourparlers avec l'étranger dans des termes tels qu'on pouvait craindre de voir cette pièce s'en aller au loin. M. Siemens se résolut alors à l'acquérir, par patriotisme, pour son propre compte, au prix de 25 000 francs, dans le but de la céder ensuite au gouvernement prussien, en lui accordant des facilités pour le remboursement. C'est ainsi que le second Archéoptéryx, après avoir été, pendant quelque temps, la propriété privée du célèbre physicien, passa dans le musée de l'université de Berlin où on le conserve actuellement.

Telle est l'histoire des tribulations du second spécimen de cet oiseau bizarre, qui eut bien de la peine à trouver une place définitive pour se reposer après avoir dormi si longtemps dans la pierre de Solenhofen!

Le mémoire de sir R. Owen qui contient la description du premier exemplaire sera toujours la base de nos connaissances sur la structure de l'Archéoptéryx. Tout ce qu'on a écrit sur cet animal avant l'illustre naturaliste anglais n'a plus maintenant qu'un intérêt historique, quoique le travail d'Owen lui-même ne soit pas exempt d'erreurs. C'est ainsi, par exemple, que le célèbre professeur s'est figuré que le spécimen de Londres est étendu sur le dos alors qu'il est couché sur le ventre. Il en résulte que tout ce qu'il mentionne comme *droit* est *gauche*, et que ce qu'il appelle *interne* est *externe*. C'est ce que

M. Dames découvrit immédiatement, en comparant l'individu du British Museum avec celui de l'université de Berlin. Mais, déjà avant lui, comme il le reconnaît dans son mémoire, le si génial et si regrettable Woldemar Kowalevsky s'était aperçu de cette inversion; en cela, d'ailleurs, il avait été précédé par Huxley, dont la main de maître se montre dans tous les sujets qu'il a touchés. M. A. Rosenberg et le professeur O. C. Marsh avaient, de leur côté, fait la même constatation.

Le travail de sir R. Owen fut complété ultérieurement par John Evans, qui observa sur la plaque de Londres des débris de crâne, parmi lesquels une portion de mâchoire avec dents, qu'Owen voulut, bien à tort comme on le verra par la suite, attribuer à un poisson.

Quoiqu'on ait parlé bien souvent de l'Archéoptéryx, alors qu'on ne connaissait encore que le premier spécimen, aucun travail original ne fut publié sur cet animal en dehors de la monographie d'Owen et des notes d'Evans et de Huxley.

La bibliographie n'est pas plus touffue sur le second spécimen que sur le premier, car, en dehors de la monographie de M. Dames, il n'y a guère, avant, que l'article de M. Carl Vogt, professeur à l'université de Genève, et une note de M. O. C. Marsh, professeur à Yale College; après, que la polémique soulevée par le Dr G. Baur, assistant au musée de Yale College, à New-Haven (États-Unis).

M. Vogt examina le second Archéoptéryx, quand on l'eut retourné de Francfort à Pappenheim, et compléta l'étude de l'original par l'examen de sa photographie. Il communiqua les résultats de ses recherches à la réunion des naturalistes suisses à Glaris, en 1879. Ce travail contient une discussion ostéologique, d'où il ressortait, aux yeux du célèbre professeur genevois, que, d'après la structure de la tête, du cou, du dos, du tronc et de ses côtes, de la queue, de la ceinture scapulaire et des mem-

bres antérieurs, l'Archéoptéryx était conformé comme un Reptile ; que le bassin était encore plutôt celui d'un Lézard que celui d'un Oiseau ; mais que les membres postérieurs étaient décidément aviens. Pour M. Vogt, il devenait inutile de se demander si l'Archéoptéryx était un Reptile ou un Oiseau ; il n'était ni l'un ni l'autre, et pourtant il était l'un et l'autre, c'est-à-dire une forme intermédiaire, confirmant d'une manière éclatante la classification de M. Huxley, qui réunit les Oiseaux et les Reptiles en un seul groupe sous le nom de *Sauropsides*.

A la réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, à York, en 1881, le célèbre naturaliste américain O. C. Marsh lut un travail sur les Oiseaux jurassiques et leurs alliés, où il traite naturellement de l'Archéoptéryx, en mettant à contribution le second spécimen découvert. Il ajoute aux caractères connus les suivants : l'Archéoptéryx aurait eu de *vraies* dents ; des vertèbres biconcaves ; un sternum large et bien ossifié ; pas plus de trois doigts à la main (aile), mais tous pourvus de griffes ; les os du bassin séparés et non coossifiés ; l'extrémité inférieure du péroné en avant de celle du tibia ; les métatarsiens séparés ou imparfaitement réunis. M. Marsh concluait : d'abord, que l'Archéoptéryx était le plus reptilien des Oiseaux ; ensuite, que les quatre plus anciens Oiseaux connus sont si différents l'un de l'autre qu'on ne pourra trouver la souche de ce groupe que dans les terrains paléozoïques.

Dans cette même année 1881, parut une réimpression de la note prémentionnée de M. John Evans, dans l'introduction de laquelle il exprimait l'opinion que les plumes des cuisses avaient également pu servir au vol. En d'autres termes, l'Archéoptéryx n'aurait pas volé avec ses membres antérieurs seulement, comme le font tous les Vertébrés voiliers, mais, simultanément, avec les membres antérieurs et les membres postérieurs. Cette opinion, absolument invraisemblable, ne fut pas confirmée par la suite, comme nous le verrons plus loin.

Après ces travaux, il n'y eut plus qu'une communication préliminaire de M. Dames lui-même à l'Académie de Berlin, communication qui fut suivie de la monographie que nous résumons.

Nous passons maintenant à l'examen de la position de l'Archéoptéryx dans sa gangue et de son état de conservation.

Le squelette, ayant presque tous ses os dans leurs connexions anatomiques, est étalé sur une large plaque de schiste lithographique (jurassique) de Solenhofen de $0^m,46$ sur $0^m,30$. Les extrémités antérieures (ou ailes) sont dans leurs relations naturelles avec la ceinture scapulaire, et leurs parties constituantes ont gardé, ou à peu près, la situation qu'elles avaient pendant la vie. En ce qui concerne la ceinture scapulaire, il y a des restes des coracoïdes, notamment : à droite, en articulation avec l'omoplate correspondante ; à gauche, le coracoïde est rejeté un peu à droite de son omoplate. On n'a retrouvé qu'un petit fragment des clavicules. M. Dames n'a pu reconnaître la présence du sternum.

Si le squelette avait conservé toutes ses pièces en articulations, on aurait dû retrouver sa colonne vertébrale entre les omoplates, ce qui n'est pas le cas, car ladite colonne est rejetée sur l'omoplate gauche. Le cou décrit une forte concavité en arrière, et à son extrémité se trouve la tête avec la bouche fermée.

Les membres postérieurs sont tous deux rejetés à droite de la colonne vertébrale.

Les plumes des ailes sont étalées dans leurs relations naturelles ; on en observe aussi dans la région du cou ; il y en a également aux jambes ; enfin, la queue en est garnie.

D'une manière générale, la conservation de l'Archéoptéryx est excellente ; les membres antérieurs notamment ne laissent rien à désirer. D'ailleurs, et c'est là une circonstance très heureuse, les spécimens de Berlin et de

Londres se complètent mutuellement. Comment cela se fait-il ? Pourquoi les deux animaux ne se trouvent-ils pas préservés de la même manière ? C'est que, avant d'être enfoui dans la boue de la mer jurassique, le spécimen de Londres a été rongé par les poissons, les crustacés, etc., qui ont séparé les divers os, du thorax particulièrement (dont l'état primitif est absolument méconnaissable), tandis que la queue, où il n'y avait rien à manger, a gardé sa forme primitive. Au contraire, l'animal de Berlin a été recouvert immédiatement, et c'est ce qui explique que presque toutes ses parties sont dans leurs connexions anatomiques.

Après ces détails, nous arrivons à la tête. Elle avait environ 45 millimètres de long. Vue de profil, elle montre trois grandes ouvertures. La plus postérieure est l'orbite, qui mesure environ 14 millimètres de diamètre. Elle contenait un anneau sclérotique osseux composé de douze plaques imbriquées ; le diamètre intérieur de l'anneau n'est que de 7 millimètres. L'ouverture moyenne est la fosse prélacrymale. L'ouverture antérieure est la narine, qui mesure 8 millimètres de long.

Comme MM. Vogt et Marsh l'avaient reconnu, les mâchoires de l'Archéoptéryx sont armées de dents. Le bord dentifère de la mâchoire supérieure va de l'extrémité du museau jusqu'au milieu de l'ouverture moyenne ; il a 16 millimètres de long et portait treize dents, dont douze sont conservées. Ces douze dents ont presque toutes la même grosseur et la même forme : elles sont coniques, longues d'un millimètre environ ; elles ont un demi-millimètre de diamètre à la base, à partir de laquelle elles se rétrécissent rapidement pour former une sorte de crochet recourbé en arrière. Leur surface est lisse (sans stries ou autres ornements) et brillante. Selon M. Dames, et contrairement à l'opinion de M. Marsh, les dents ne sont pas seulement implantées dans le prémaxillaire, mais à la fois dans le prémaxillaire et dans le susmaxillaire ; de même,

les dents seraient fixées dans des alvéoles et non simplement placées dans une gouttière. Les dents de la mâchoire inférieure sont moins bien exposées que celles de la mâchoire supérieure, mais cependant on les voit également, si pas toutes, au moins quelques-unes.

De ce qui précède, M. Dames conclut que, malgré l'incertitude qui règne encore sur certains points de la structure du crâne de l'Archéoptéryx, ce crâne était pourtant un véritable crâne d'Oiseau, mais *un crâne d'Oiseau avec des dents*. L'étrangeté de cette association a d'ailleurs diminué pour nous depuis la découverte des Odontornithes par M. Marsh. Quoi qu'il en soit, le proverbe : " *Quand les poules auront des dents* „, pour désigner une chose qui n'arrivera pas, n'a plus de sens, puisque, si on ne connaît pas, à proprement parler, de poules dentées, au moins sait-on que les Oiseaux prétertiaires n'avaient pas de bec, mais étaient dentifères.

La conclusion de M. Dames sur le crâne de l'Archéoptéryx est en opposition avec celle de M. Carl Vogt qui disait : ce qu'on voit montre à l'évidence que c'est une véritable tête de Reptile. Mais, pour tout lecteur qui ne peut examiner la question d'une manière originale, il est nécessaire d'adopter l'opinion de M. Dames, car il s'est trouvé dans des circonstances beaucoup plus favorables pour faire sa monographie que son collègue de Genève pour écrire son article.

La *colonne vertébrale* montre bien les vertèbres cervicales et les vertèbres dorsales, dit M. Dames. Au contraire, les vertèbres lombaires et les vertèbres sacrées sont partiellement recouvertes par le bassin et par la gangue, ce qui est aussi le cas pour les premières vertèbres caudales. Cependant, un peu plus loin, tout le reste du squelette de la queue est bien exposé jusqu'à son extrémité libre. La conservation des vertèbres, notamment celle des vertèbres cervicales, laisse à désirer. Lors de l'enfouissement du cadavre de l'Archéoptéryx, elles

étaient certainement en excellent état, mais elles furent endommagées quand on fendit la pierre et qu'on sépara l'empreinte du fossile de la contre-empreinte.

Les diverses régions de la colonne vertébrale se reconnaissent pourtant assez facilement.

Il y a dix *vertèbres cervicales*, mesurant ensemble une longueur de $0^m,0605$. Elles croissent en longueur de la tête vers la queue, quoique leur diamètre reste sensiblement le même. La surface du corps des vertèbres est biconcave, et non en forme de selle comme chez les Oiseaux crétacés (à l'exception d'*Hesperornis),* tertiaires et actuels. La longueur du cou est sensiblement celle du même organe d'un de nos pigeons. Les apophyses articulaires et les apophyses transverses sont rudimentaires. Il y a des côtes cervicales longues et pointues. Dans son ensemble, le cou devait être assez mobile, comme le montre d'ailleurs sa courbure sigmoïde chez le fossile; néanmoins, il n'est pas vraisemblable qu'il atteignait la flexibilité de celui du Cygne.

Il est difficile, chez les Oiseaux vivants, de distinguer la dernière vertèbre cervicale de la première vertèbre dorsale, car souvent celle-là porte déjà de longues côtes. Ainsi que M. Huxley l'a proposé, M. Dames regarde comme première *vertèbre dorsale* la première vertèbre dont les côtes s'attachent au sternum. Mais comme, jusqu'à présent, on ne connaît pas le sternum de l'Archéoptéryx, la séparation des deux régions par ce critérium est ici impossible; sans compter que, justement à la limite, la conservation des ossements est peu satisfaisante. Toutefois, l'éminent professeur de l'université de Berlin a admis dix vertèbres cervicales, parce qu'il lui semble qu'il faut placer la limite du cou là où cesse la courbure sigmoïde. En comptant ainsi, l'Archéoptéryx aurait douze vertèbres dorsales, qui sont également biconcaves. La longueur totale de la région dorsale est d'environ $0^m,070$. Les apophyses épineuses des vertèbres sont reliées par des tendons ossifiés, comme chez l'Iguanodon.

Les *côtes* ressemblent à de fines aiguilles de chirurgien. Leur longueur croît de la première à la septième vertèbre. De la huitième vertèbre à la onzième, elles se raccourcissent rapidement. Outre ces côtes proprement dites, il y a encore un système de côtes sternales, comme chez nos Oiseaux, mais autrement conformées; elles paraissent répondre au sternum abdominal des Reptiles. On en remarque douze ou treize paires. Leur grandeur augmente d'avant en arrière : les premières ont de 20 à 22 millimètres de long, tandis que les dernières atteignent à peine 15 millimètres.

On ne voit, sur l'Archéoptéryx de Berlin, ni les *vertèbres lombaires,* ni les *vertèbres sacrées.* Sir R. Owen admet, pour le spécimen de Londres, deux vertèbres lombaires et six ou sept vertèbres sacrées.

La queue de l'exemplaire de Berlin montre vingt *vertèbres caudales.* Les quatre premières sont très courbes et portent de fortes apophyses transverses. La queue entière mesure environ $0^{m},17$. Elle est garnie de ligaments ossifiés.

La *ceinture scapulaire* se compose des omoplates, des coracoïdes et des clavicules.

Contrairement à l'opinion de M. Marsh, il n'y aurait pas de *sternum* visible, mais M. Dames croit qu'il est engagé dans la roche et qu'il était de petite taille.

Les *membres antérieurs* occupent ensuite le naturaliste allemand.

Il nous apprend que les deux *humérus* sont visibles par la face dorsale. La réduction presque complète de la crête pectorale semble montrer que la puissance de vol était faible chez l'Archéoptéryx, ce qui concorde d'ailleurs avec le faible développement supposé (d'après le développement du sternum abdominal) du sternum.

Le *cubitus* et le *radius* sont tout à fait aviens, d'après M. Dames, tandis, que, pour M. Carl Vogt, ils n'ont rien de caractéristique.

Il y a deux os dans le *carpe* de l'oiseau jurassique.

La *main* de l'Archéoptéryx se compose de trois doigts libres, dont les métacarpiens le sont également. Ce point de structure est peut-être le plus important de l'animal entier au point de vue de l'évolution.

Les métacarpiens diffèrent beaucoup l'un de l'autre. Le premier a une longueur de 7 millimètres ; le second a 27 millimètres. La forme comprimée des deux premiers métacarpiens semble montrer qu'ils étaient fortement pressés l'un contre l'autre et retenus immobiles par des ligaments durant la vie. Le contour cylindrique du troisième, au contraire, paraît indiquer qu'il jouissait d'une certaine liberté, peut-être à la manière de celui de notre pouce.

Les trois métacarpiens portent trois doigts, dont le premier est le plus court, le second le plus long et le troisième intermédiaire.

Le premier doigt a deux phalanges. La première a 20 millimètres de long. La seconde, en forme de griffe, ne mesure plus que 11 millimètres.

Le second doigt a trois phalanges. La première a 15 millimètres, la seconde 18 millimètres, et la troisième (qui est encore une griffe) a 13 millimètres.

Le troisième doigt a quatre phalanges. La première a 6 millimètres, la seconde 4 millimètres, la troisième 12 millimètres, et la quatrième (qui est toujours une griffe) 9 millimètres.

Le *bassin* aurait ilium, ischium, pubis et post-pubis.

Les *membres postérieurs* sont conservés.

Le *fémur* a 51 millimètres de long. Il rappelle à certains égards celui du coq ou de l'oie.

Le *tibia*, qui a 70 millimètres, est grêle et ne possède qu'une crête cnémiale peu développée.

Le *péroné* se continue, entier et libre, jusqu'au tarse, et passe en avant du tibia.

Les deux *tarso-métatarsiens* sont très abîmés. Ils ont

34 millimètres de long et sont soudés comme chez les Oiseaux actuels, selon M. Dames, qui, ici, est d'accord avec sir R. Owen et en opposition avec M. Marsh.

Il y a quatre *orteils*.

Le *premier orteil* se compose de deux phalanges, qui s'attachent en arrière au tarso-métatarsien. La première a 8 millimètres.

Le *second orteil* contient trois phalanges, dont les deux premières ont chacune 8 millimètres de long, tandis que la phalange unguéale est d'un millimètre plus longue.

Le *troisième orteil* a quatre phalanges, dont les deux premières mesurent 8 millimètres, la troisième 10 millimètres et la quatrième 9 millimètres.

Le *quatrième orteil* a cinq phalanges, qui ont respectivement 9 millimètres, 7 millimètres, 5 millimètres, 6 millimètres et 9 millimètres.

Passons au *plumage*.

On voit des empreintes très nettes de plumes sur les extrémités antérieures, à la base du cou, sur le tibia et contre les vertèbres de la queue.

Les plumes des extrémités antérieures, *les ailes*, sont de deux natures : il y a des rémiges et des tectrices. Des deux côtés les ailes sont magnifiquement préservées et complètement étendues. Leur contour externe forme une sorte de lyre, c'est-à-dire qu'après quelques plumes courtes, en viennent de longues, auxquelles succèdent ensuite de courtes de nouveau.

Il y a, de chaque côté, 17 rémiges, dont 6 ou 7 s'attachent à la main et le reste au cubitus. Les plumes de la main ne partent pas seulement du métacarpien, mais aussi des phalanges du doigt intermédiaire, et cela jusqu'à la fin de l'avant-dernière phalange, laissant seulement la griffe libre. La forme des plumes n'a rien de remarquable ; elle rappelle ce qu'on voit chez les Carinates actuels. Les plus longues plumes, la troisième et la quatrième de chaque côté, mesurent environ $0^m,13$; les suivantes ont $0^m,10$; le reste $0^m,07$.

Sur les rémiges reposent les tectrices, qui recouvrent plus des deux tiers des premières.

Les *plumes de la base du cou* se montrent à deux endroits différents.

Les *plumes du tibia* couvraient la jambe entière. Selon M. Vogt, ce sont des culottes comme celles des faucons actuels. D'après M. Evans, elles auraient servi au vol. M. Dames, comme M. Seeley, admet l'explication de M. Vogt.

Les *plumes de la queue* commencent déjà dans la région du bassin, où elles sont très délicates, mais elles ne tardent pas à augmenter de volume. Il y a une paire de plumes pour chaque vertèbre caudale. Au commencement de la queue, où les vertèbres sont courtes, chaque paire de plumes recouvre à moitié la suivante ; mais, plus loin, elles se touchent à peine ; à cet endroit, chaque plume a environ $0^{m},065$.

En dehors des plumes des ailes, du cou, des culottes et de la queue, le corps de l'Archéoptéryx était-il nu, ou orné d'un duvet ? M. Vogt pense qu'il était nu. MM. Seeley, Evans, Marsh, Owen, et avec eux M. Dames, se rangent à l'opinion contraire. Ces derniers s'appuient sur l'existence de quelques petites plumes isolées qu'on observe, en divers points des plaques de Londres et de Berlin, près de la ceinture scapulaire et du fémur notamment. De plus, quand un Oiseau actuel se décompose, il perd, paraît-il, toutes les plumes qui manquent à l'Archéoptéryx, mais conserve celles que l'empreinte de l'Oiseau jurassique a gardées. Enfin, les auteurs prémentionnés ne croient pas qu'un animal aussi bien emplumé que le fossile qui nous occupe, à en juger par ce qui est préservé, ait pu avoir des régions du corps entièrement nues.

L'Archéoptéryx de Londres et l'Archéoptéryx de Berlin appartiennent-ils à la même espèce ou non (comme l'a pensé M. Seeley) ? M. Dames répond comme suit à cette question : l'Archéoptéryx de Berlin est environ de 1/10 plus

petit que celui de Londres ; il avait des membres postérieurs un peu plus courts ; mais cela n'est pas suffisant pour le considérer comme appartenant à une espèce distincte.

Examinons à présent, avec le célèbre professeur de Berlin, les relations de l'Archéoptéryx, d'une part avec les Oiseaux, et d'autre part avec les Reptiles, puisque presque tout l'intérêt de l'Oiseau jurassique repose dans l'étude de ces relations.

Pour M. Vogt, la tête de l'Archéoptéryx est une tête de Reptile ; pour MM. Seeley et Dames, c'est une tête d'Oiseau. La dentition n'a plus ici qu'une importance secondaire, puisqu'on connaît de vrais Oiseaux armés de dents *(Hesperornis, Ichthyornis)*.

Les vertèbres biconcaves sont insuffisantes aussi pour séparer l'Archéoptéryx des Oiseaux, puisqu'on connaît encore de véritables Oiseaux qui ont de pareilles vertèbres *(Ichthyornis)*.

La longue queue de l'Oiseau jurassique est, selon M. Dames, ce qui rappelle le plus les Reptiles. Et encore, paraît-il, ce ne serait qu'une apparence, car le canard a, en réalité, 18 vertèbres caudales. En résumé, dit le savant professeur de Berlin, ni pour le nombre des vertèbres, ni pour le mode d'emplumement, on ne peut, pour la queue non plus, séparer l'Archéoptéryx des véritables Oiseaux. Quoiqu'elle rappelle les ancêtres reptiliens de ceux-ci, elle ne se rattache à aucun type lacertiforme connu.

Dans la ceinture scapulaire, il y a encore beaucoup de doutes, au point de vue de l'observation elle-même. Mais ce qu'on sait montre à l'évidence que l'omoplate est avienne. Les clavicules en fourchette le sont aussi et indiquent même un Carinate. Les coracoïdes rappellent aussi ceux des Oiseaux.

Les membres antérieurs sont, comme nous l'avons vu, très bien connus. L'humérus ne paraît reptilien que parce que, l'Archéoptéryx étant doué d'un faible pouvoir de voler,

les apophyses caractéristiques des Oiseaux actuels n'ont pas encore pu se développer. Le cubitus et le radius sont aviens dans leurs volumes respectifs ; leur articulation avec l'humérus est encore celle des Oiseaux.

La structure du carpe est, de son côté, entièrement celle d'un Oiseau. Nous ne pouvons, malheureusement, entrer ici dans les détails nécessaires, par trop techniques, pour prouver cette assertion.

La main de l'Archéoptéryx est, avec la queue, l'organe qui a été le plus souvent invoqué pour prouver la nature reptilienne de cet animal. Selon M. Carl Vogt, c'est celle d'un lézard tridactyle. Mais à cela M. Seeley répond : les trois doigts du fossile sont semblables aux trois doigts d'un Oiseau. Le métacarpien du pouce est court, précisément comme chez les Oiseaux ; les deux autres métacarpiens sont plus longs et sensiblement d'égale longueur, tandis que le médian est le plus fort, précisément encore comme chez les Oiseaux. La différence consiste dans la séparation des métacarpiens et les phalanges additionnelles. Mais ce ne sont pas là nécessairement des caractères reptiliens. Cela vient sans doute, ajoute M. Dames, de ce que l'Archéoptéryx se servait de ses membres antérieurs non seulement pour voler, mais encore pour progresser sur le sol. Au surplus, à l'état embryonnaire, les Oiseaux exhibent la structure de l'Archéoptéryx quant à l'indépendance des métacarpiens ; cette structure n'est donc pas si étrangère à la classe dont nous parlons. Quant aux griffes, plusieurs Oiseaux actuels en possèdent encore, soit à un seul, soit à deux doigts.

Enfin, ajoute le savant professeur de l'université de Berlin :

1. Excepté les Oiseaux, il n'y a, en dehors de l'Archéoptéryx, aucun Vertébré qui ait un carpe (os poignet) composé de deux os formant une seule rangée.

2. Excepté les Oiseaux, il n'y a aucun Vertébré qui n'ait que trois doigts non précédés par un plus grand nombre à l'état embryonnaire.

Ainsi donc, d'après M. Dames, il n'y a pas lieu de comparer, comme le veut M. Carl Vogt, la main de l'Archéoptéryx à la patte d'un lézard tridactyle. Car encore, de deux choses l'une : ou bien les trois doigts de l'Archéoptéryx sont les mêmes morphologiquement que ceux d'un lézard, et alors ils ne leur correspondent pas pour les dimensions relatives ; ou bien ce sont d'autres doigts, et alors il n'y a plus de rapprochement possible. D'autre part les lézards serpentiformes *(Seps, Hemiergis, Nessia, Chalcides, Sepomorphus),* qui, comme l'Archéoptéryx, manquent des deux doigts externes, ont toujours un rudiment du quatrième métacarpien. Enfin, leurs extrémités ne sont plus que des moignons et non des membres bien développés.

M. Dames prétend donc que l'assertion de M. Vogt, d'après laquelle, si on enlevait les plumes de la plaque contenant l'Archéoptéryx et si on se bornait à l'examen des membres antérieurs, on ne pourrait reconnaître que l'animal fut un jour emplumé, M. Dames prétend donc, dis-je, que cette assertion n'est pas justifiée par l'étude approfondie du fossile.

En ce qui concerne le bassin, le paléontologiste allemand déclare que, puisque c'est sur la ressemblance du bassin des Dinosauriens avec celui des Oiseaux qu'on a voulu réunir ces deux groupes d'animaux, le bassin de l'Archéoptéryx ne pourrait que conduire à introduire le vertébré jurassique dans la classe des Oiseaux, bien loin de le faire intercaler dans les Reptiles.

Si on passe, pour terminer, aux membres postérieurs, il ne reste qu'à reconnaitre qu'ils sont tellement semblables à ceux des Oiseaux qu'on pourrait les déclarer identiques. Les trois orteils (du deuxième au quatrième) partant en avant d'un tarso-métatarsien ; un quatrième (le premier, en comptant de dedans en dehors) beaucoup plus court et dirigé en arrière ; un nombre de phalanges exactement le même que celui des Oiseaux, telle est la

structure du pied entièrement avien. Il est vrai que M. Marsh avait cru reconnaître un péroné entier et des métatarsiens séparés. Mais, dit M. Dames, le premier caractère existe chez les Oiseaux à l'état embryonnaire, et le second est le résultat d'une erreur d'observation.

De ce qui précède, conclut le savant paléontologiste allemand, il résulte que l'Archéoptéryx ne doit pas être placé dans un groupe intermédiaire entre les Reptiles et les Oiseaux, mais dans une des divisions de cette dernière classe. Ce qui n'empêche pas, d'ailleurs, que M. Dames admette les liens génétiques qui, d'une manière générale, rattachent les Reptiles aux Oiseaux. Mais, malgré cela, il est d'avis que l'Archéoptéryx est déjà décidément Oiseau. D'autre part, il croit que nous ne savons pas du tout de quel groupe de Reptiles les Oiseaux sont sortis, et que les ressemblances avec les Dinosauriens sont purement adaptatives.

A ce propos, M. Dames discute les conclusions d'un travail de M. Baur, assistant au musée de Yale College, à New-Haven (États-Unis). Ces conclusions étaient qu'il ne pouvait y avoir de doute que les Dinosauriens étaient les ancêtres des Oiseaux. Elles se basaient sur les faits suivants :

1. Dans le développement phylogénétique des Dinosauriens et dans le développement ontogénétique des Oiseaux, le péroné devient de plus en plus grêle.

2. La fusion, graduelle dans les deux groupes, des os de la première rangée du tarse et l'envahissement complet de la surface de cette rangée par le tibia.

3. La soudure de la première rangée du tarse avec le tibia.

4. Le développement de l'apophyse montante de l'astragale.

5. Les modifications, phylogénétiques chez les Dinosauriens et ontogénétiques chez les Oiseaux, des métatarsiens.

6. La réduction du nombre des orteils.

L'éminent professeur de l'université de Berlin s'est efforcé de renverser l'argumentation du savant naturaliste de New-Haven. Celui-ci a répondu ; M. Dames a répliqué; mais rien de définitif n'est sorti de cette polémique, assez vive d'ailleurs. Au surplus, nous ne pouvons en dire davantage dans cet article de vulgarisation.

Nous achèverons ce qui nous reste à dire de l'Archéoptéryx en examinant quelle position les divers auteurs ont voulu lui donner par rapport aux Oiseaux.

En 1869, M. E. Hæckel, professeur à l'université d'Iéna, a proposé de classer les Oiseaux en deux groupes : les *Saururæ* (à queue de lézard), ne comprenant que l'Archéoptéryx, et les *Ornithuræ* (à queue d'oiseau), contenant tous les autres Oiseaux.

En 1879, après la découverte par M. Marsh des Oiseaux crétacés dentés, M. E. Hæckel modifia sa classification. Il distingua quatre groupes parmi les Oiseaux :

1. Les *Saururæ,* qui ont des dents, une longue queue comme les lézards et un sternum à carène. Cet ordre ne contenait que l'*Archæopteryx*.

2. Les *Odontornithes,* qui ont des dents, une courte queue comme les Oiseaux actuels et un sternum sans carène. Exemple : *Hesperornis*.

3. Les *Ratitæ,* qui n'ont pas de dents, mais une courte queue et un sternum sans carène. Exemple : Autruche.

4. Les *Carinatæ*, qui n'ont pas de dents, mais qui ont une courte queue et un sternum à carène. Exemple : Pigeon.

Cependant cette classification méconnaît complètement la structure de l'oiseau denté crétacé *Ichthyornis*. Elle fut admise, avec de légères modifications, par M. A. H. Nicholson, actuellement professeur à l'université d'Aberdeen.

M. O. C. Marsh, lui, divisa les Oiseaux en deux groupes : ceux qui ont des dents *(Odontornithes)* et ceux qui n'en ont pas. Après quoi, il partagea, de nouveau, les premiers en trois ordres caractérisés comme suit :

1. *Odontolcæ*. Ce sont des Oiseaux ayant les dents implantées dans une gouttière, les rameaux de la mâchoire inférieure séparés, des vertèbres ayant leur surface articulaire en forme de selle, des ailes rudimentaires, les métacarpiens disparus, le sternum sans crête et la queue courte. Exemple : *Hesperornis*.

2. *Odontotormæ*. Ce sont des Oiseaux ayant les dents implantées dans des alvéoles distinctes, les rameaux de la mandibule séparés, les vertèbres biconcaves, de grandes ailes, les métacarpiens soudés, un sternum orné d'une carène et une queue courte. Exemple : *Ichthyornis*.

3. *Saururæ*. Ce sont des Oiseaux ayant les dents implantées dans des alvéoles distinctes, les vertèbres biconcaves, de petites ailes, les métacarpiens séparés, un sternum inconnu, et une queue osseuse plus longue que le corps.

M. Dames fait, à cet endroit, quelques remarques sur la valeur de la dentition des Oiseaux dans la classification. Nous connaissons, dit-il, beaucoup de groupes de Vertébrés renfermant des êtres dentés et d'autres pas. Ces groupes sont d'importance taxonomique diverse ; mais aucun ne va jusqu'à la sous-classe. Faut-il donc créer une sous-classe pour les Oiseaux dentés? M. Marsh, le savant professeur de Yale College, croit à l'importance de la présence ou de l'absence de dents chez les Oiseaux. Car, ajoute-t-il, d'après nos connaissances actuelles, tous les Oiseaux prétertiaires sont dentés; tous les Oiseaux post-crétacés ne le sont plus ; la division zoologique correspond donc à une division dans le temps. Pour M. Dames, au contraire, la dentition n'est point une chose fondamentale chez les Oiseaux, puisque les Anodontornithes ont des dents pendant la vie embryonnaire.

Le paléontologiste allemand donne alors sa classification des Oiseaux. Il commence par définir cette classe : Des Vertébrés revêtus de plumes. Puis il la divise en deux sous-classes : les *Ratitæ* et les *Carinatæ*.

Les *Ratitæ* n'ont qu'une seule sorte de plumes durant

toute la vie. Leur sternum est privé de carène. Les extrémités antérieures (ailes) sont réduites ou rudimentaires. Ils n'ont pas le pouvoir de voler. Leurs dents, quand ils en ont, sont implantées dans une gouttière.

Les *Ratitæ* se rangent en deux ordres : l'un prétertiaire *(Odontolcæ);* l'autre post-crétacé.

Les *Odontolcæ,* comme nous l'avons déjà dit, ont les rameaux de la mandibule séparés, des ailes rudimentaires (ne renfermant plus que l'humérus), des vertèbres à surfaces articulaires en forme de selle, et une courte queue osseuse. Ils renferment le genre *Hesperornis,* du crétacé.

Les *Ratitæ post-crétacés* sont privés de dents à l'état adulte. Les rameaux de leur mandibule sont soudés. Leurs vertèbres sont articulées par des surfaces en forme de selle. Leurs ailes sont rudimentaires, mais ont encore le bras, l'avant-bras et la main. Ces Oiseaux se rencontrent dans les terrains tertiaires et quaternaires, et à l'époque actuelle. L'Autruche est un bon exemple de Ratite post-crétacé.

Les *Carinatæ* ont deux sortes de plumes à l'état adulte. Leur sternum est orné d'une carène. Les membres antérieurs (ailes) sont généralement bien développés; aussi ont-ils presque tous le pouvoir de voler. Les dents, quand elles existent, sont implantées dans des alvéoles distinctes.

Les *Carinatæ* se rangent en trois ordres : les *Saururæ,* les *Odontotormæ* et les *Carinates post-crétacés.*

Les *Saururæ* ont les vertèbres biconcaves. Leurs métacarpiens sont séparés. Le nombre de leurs phalanges n'est pas réduit. Leur queue est longue et entièrement composée de vertèbres distinctes. Ils ne comprennent que l'*Archæopteryx,* qui est jurassique.

Les *Odontotormæ* ont les rameaux de la mandibule séparés. Leurs vertèbres sont biconcaves. Leurs métacarpiens sont soudés. Le nombre de leurs phalanges antérieures est réduit. Leur queue est courte et se termine par un os (pygostyle) résultant de la fusion de plusieurs vertèbres. Exemple : *Ichtyornis,* du crétacé.

Les *Carinates post-crétacés* n'ont pas de dents à l'état adulte. Les rameaux de leur mandibule sont soudés. Leurs vertèbres ont des surfaces articulaires en forme de selle. Leurs ailes sont bien développées. Leurs métacarpiens sont soudés. Le nombre de leurs phalanges antérieures est réduit. Leur queue est courte et se termine par un os (pygostyle) résultant de la fusion de plusieurs vertèbres.

Les Carinates post-crétacés comprennent presque tous les Oiseaux actuels, notamment.

Pour nous résumer, nous dirons que, *comme l'indiquent son petit sternum, les petites ailes courtes et rondes, et son humérus (dont les apophyses sont peu développées), l'Archéoptéryx avait à peine dépassé le stade du vol passif, si tant est qu'il en soit véritablement sorti. Son appareil du vol est constitué par des plumes; le squelette en est formé par les membres antérieurs modifiés; mais, bien qu'on y puisse déjà retrouver les dispositions caractéristiques des Oiseaux actuels, ils ont encore conservé des mains franchement tridactyles, à doigts distincts et armés d'ongles. La queue, employée sans doute comme gouvernail, est plus longue que le corps et armée de plumes disposées comme les barbes d'une flèche, chaque vertèbre portant une paire de plumes.*

VIII

LES OISEAUX VOILIERS

Après l'Archéoptéryx, qui, comme nous venons de le dire, a, dans le vol à l'aide de plumes, à peine dépassé le vol passif, nous avons à traiter du vol à l'aide de plumes véritablement actif, c'est-à-dire des Oiseaux bons voiliers. Nous aurons à examiner d'abord la structure générale de leur appareil de vol; nous devrons montrer ensuite en quoi il diffère de celui de l'Archéoptéryx; enfin, nous aurons à parler de ses modifications les plus intéressantes.

L'appareil du vol se compose des plumes et du squelette qui les supporte. Donnons d'abord quelques détails sur les premières.

Les plumes (1) sont des formations épidermiques. On distingue dans la plume : l'axe primaire ou hampe *(scapus)*, composé d'une portion basilaire ou tube corné *(calamus)* surmontée de la tige *(rachis)*, et les barbes *(vexillum)*. Le tube corné est cylindrique, enfoncé dans la peau, et entoure la papille desséchée *(âme de la plume)*; il présente, à chacune de ses extrémités, un petit orifice, l'ombilic *(umbilicus inferior, umbilicus superior)*. La tige est la portion pleine, saillante, de la hampe. Elle est garnie latéralement de nombreuses branches horizontales et légèrement obliques en haut *(barbes)*, portant elles-mêmes de nouvelles branches latérales *(barbules)*. La face inférieure, légèrement concave, de la tige présente, dans toute sa longueur, jusqu'à l'extrémité supérieure du tube corné, un sillon profond, à la base duquel naît un appendice ou *hyporrhachis*, qui, de même que le rachis, porte des rangées latérales de barbes. Cette seconde plume n'atteint que rarement la longueur de la plume principale; pourtant, chez les *Casuaridæ*, elle l'égale, ou peu s'en faut. D'ordinaire, par exemple dans les rémiges et les rectrices, elle s'atrophie complètement. Les barbes *(rami)* portent latéralement une nouvelle série d'appendices appelés barbules *(radii)*, qui, à leur tour, sont barbelés d'une façon analogue. Les barbules sont crochues vers le bout; elles s'entrelacent mutuellement et maintiennent de la sorte tous ces appendices fortement reliés entre eux.

On distingue plusieurs sortes de plumes, d'après la structure de la hampe et des barbes. Si la tige est rigide et les barbes résistantes, ce sont des *pennes (pennæ)*. Si la tige et les barbes sont souples et élastiques, et que les barbules soient arrondies ou noueuses, mais sans crochets,

(1) C. Claus. *Traité de zoologie* (traduction de O. Moquin-Tandon). 2e édition française. Paris. F. Savy. 1884.

c'est du duvet ou plumules *(plumulæ)*. Si les plumes sont à tige grêle et que les barbes soient atrophiées ou manquent même complètement, ce sont des *plumes filiformes (filoplumæ)*.

Les *pennes* constituent essentiellement le plumage de l'Oiseau et en déterminent le contour. Elles prennent surtout un grand développement dans les ailes (où on les désigne sous le nom de *rémiges)* et dans la queue (où elles reçoivent le nom de *rectrices)*.

Le *duvet* forme entre la base des pennes une couche qui acquiert parfois une épaisseur considérable et qui conserve la chaleur du corps.

Les *plumes filiformes* sont plus espacées entre les pennes ; à l'angle de la bouche, elles sont transformées en soies rigides *(vibrisses)*.

Il est rare que les plumes recouvrent d'une manière uniforme le corps entier (pourtant cela existe chez les Pingouins). D'ordinaire, les pennes sont disposées en rangées, entre lesquelles la peau est nue ou recouverte de duvet. Nitsch a même fondé une classification des Oiseaux sur la distribution des pennes.

Au point de vue du vol, le mode de groupement des plumes sur les membres antérieurs et à la queue est particulièrement important ; car c'est des premiers que dépend la progression, et de la dernière dépend la direction du corps quand l'oiseau fend l'air. L'aile, dit M. Claus, auquel nous avons déjà fait de nombreux emprunts, constitue une sorte d'éventail pouvant se replier en deux points, à l'articulation du coude et à l'articulation de la main. Sa surface est formée principalement par les grandes rémiges à la face inférieure de la main et de l'avant-bras. Mais elle est aussi composée de replis cutanés spéciaux qui s'étendent entre le tronc et le bras, et entre le bras et l'avant-bras. Le repli inférieur a pour but de fixer l'aile au tronc. Quant au repli supérieur, il renferme un ligament élastique qui, lorsque le bras s'étend, détermine l'extension de la main.

Les grosses rémiges s'attachent le long du bord inférieur de la main et de l'avant-bras. Il y a dix *rémiges primaires*, qui sont portées par la main. Les *rémiges secondaires* sont en nombre plus considérable, mais variable ; elles se fixent sur l'avant-bras. Quelques pennes s'attachent à l'humérus : on les appelle *rémiges scapulaires ;* celles du pouce se nomment *rémiges bâtardes*.

La base des rémiges est recouverte par des plumes plus courtes, formant plusieurs rangs et imbriquées, qu'on désigne comme *couvertures* ou *tectrices*.

Au point de vue du vol, l'emplumement de l'aile a une importance primordiale. Ainsi, les ailes très arrondies avec de courtes rémiges primaires appartiennent à des Oiseaux à vol lourd, nécessitant de grands efforts, et par conséquent de peu de durée, dit M. Claus. Au contraire, les Oiseaux de passage, qui parcourent en peu de temps d'immenses territoires, ont de longues rémiges primaires et des ailes longues et pointues.

Les grandes pennes de la queue portent le nom de *rectrices*, parce qu'elles servent de gouvernail pour changer la direction du vol. Le plus souvent, il y a douze rectrices (quelquefois davantage). Elles sont fixées sur l'os qui termine la queue, de façon à pouvoir être mues soit toutes ensemble, soit isolément suivant les besoins. Leur base, comme pour les ailes, est ornée de tectrices qui, chez le paon, par exemple, peuvent prendre un développement inusité et servir de parure à l'oiseau.

Quand on considère le squelette dans ses rapports avec le vol, il faut distinguer deux catégories de pièces osseuses : celles qui servent directement de support, de soutien à l'aile ; et celles qui, tout en ne faisant point partie de l'aile, ont subi une transformation par suite de l'adaptation au vol. Les premières sont l'appareil squelettique des membres antérieurs ; les secondes celles qui composent la ceinture scapulaire, le sternum et l'appendice caudal.

Le *squelette de l'aile* (1), comme celui du membre antérieur de presque tous les Vertébrés, se divise en trois segments : l'humérus (bras); le cubitus et le radius (avant-bras) ; le carpe, les métacarpiens et les phalanges (main). D'ailleurs, tous trois ont subi des modifications remarquables, en rapport avec leurs fonctions, qui ne sont plus maintenant de supporter le corps et de le faire progresser à la surface du sol, mais de l'élever et de le diriger dans les airs.

L'*humérus* a acquis une forte crête, sous l'influence du développement énorme du muscle pectoral, dont l'action est, comme chacun le sait, de faire mouvoir l'aile.

Le *cubitus* est plus fort que le radius, et sa surface montre une série de tubercules, traces de l'insertion des plumes.

Le *radius* est aussi plus court que le cubitus.

Le *carpe* contient usuellement deux os.

Quant à la main, sa structure est variable chez les Oiseaux en général, mais, chez les Oiseaux bons voiliers, elle a toujours trois doigts, qui correspondent à notre pouce, à notre index et à notre majeur. C'est donc la même composition morphologique que chez l'Archéoptéryx ; mais tandis que, chez celui-ci, toutes les pièces squelettiques sont distinctes les unes des autres, il en est autrement chez les Oiseaux actuels : ici, elles sont soudées. De plus, l'Archéoptéryx a le pouce terminé par une griffe, au lieu que c'est l'exception chez les Oiseaux de nos jours; il en est de même pour le second doigt, sans compter que, de même que pour le pouce, il ne manque pas à présent d'Oiseaux qui ont perdu une phalange par rapport au fossile jurassique ; enfin, le troisième doigt des Oiseaux post-jurassiques n'a jamais plus de deux phalanges et est toujours privé de griffe, au lieu que chez l'Archéoptéryx il y a quatre phalanges, et la dernière porte un ongle recourbé.

(1) T. H. Huxley. *A Manual*, etc. Cité plus haut.

La *ceinture scapulaire* se compose de l'omoplate, du coracoïde et de la clavicule.

L'*omoplate* est longue, étroite, recourbée, en forme de lame de sabre.

Le *coracoïde* forme avec elle la cavité glénoïde, pour l'articulation de l'humérus ; il est complètement ossifié et manque de la fontanelle si fréquente chez les Reptiles. Il se loge dans une gouttière du sternum.

La *clavicule* sert à consolider la ceinture scapulaire, et, dans ce but, la droite et la gauche sont soudées pour constituer la *fourchette*.

Le *sternum* ou *bréchet*, contrairement à ce qu'on voit chez presque tous les autres Vertébrés (les Ptérodactyles et les Chauves-Souris exceptés), porte une énorme crête. C'est une cloison entre les volumineux muscles pectoraux qu'elle soutient et dont nous avons rappelé l'action plus haut.

La *queue osseuse* des Oiseaux actuels a subi une sorte de condensation, si on la compare à celle de l'Archéoptéryx : en effet, au lieu d'être maintenant plus longue que le corps, elle n'en constitue plus qu'une fraction assez peu importante. C'est que ses vertèbres antérieures se sont assimilées aux vertèbres sacrées pour soutenir le bassin, tandis que ses vertèbres les plus postérieures se sont soudées en un os appelé *pygostyle*, sur lequel s'insèrent les muscles qui meuvent les rectrices. On se rappelle qu'au contraire toutes les vertèbres étaient distinctes chez l'Archéoptéryx. Par la transformation que nous venons de mentionner, l'appendice caudal est devenu moins encombrant et, par le fait, plus maniable comme gouvernail. A ce point de vue, comme à bien d'autres, nos Oiseaux sont donc en grand progrès sur leur prédécesseur jurassique : c'est ce qui explique qu'ils soient devenus si abondants et si variés.

Nous avons vu dans l'Archéoptéryx la naissance de l'aile emplumée et de son squelette ; nous verrons plus loin sa dégradation. Jusqu'ici nous avons exposé sa

structure à son apogée, c'est-à-dire chez les Oiseaux bons voiliers. Mais cette dernière présente certaines variations qui ne sont peut-être pas dépourvues d'intérêt, d'autant plus qu'elles sont faciles à saisir.

En effet, une aile bien développée est grande ; elle constitue donc un allongement par rapport à la patte terrestre dont elle dérive. Mais cet allongement peut ne pas porter nécessairement sur le même segment. C'est précisément ce qu'on observe dans la nature.

Tandis que l'allongement de l'aile se fait par le bras (humérus, le premier segment contre le corps) chez les Albatros, cet allongement se produit au moyen de la main (segment terminal) chez les Hirondelles et les Oiseaux-mouches.

A cette occasion, quelques mots sur la position de ces Oiseaux dans la classification et sur leurs mœurs ne seront peut-être pas déplacés ici.

On sait que, provisoirement, les Oiseaux voiliers ont été divisés en sept ordres : les Palmipèdes, les Échassiers, les Gallinacés, les Pigeons, les Grimpeurs, les Passereaux et les Rapaces.

Les *Palmipèdes* sont des oiseaux à pattes placées souvent très en arrière et à doigts palmés. Exemple : Canard.

Les *Échassiers* sont des oiseaux à cou long et grêle, à bec allongé, à pattes très longues et emplumées au plus jusqu'à la moitié du tarse. Exemple : Cigogne.

Les *Gallinacés* sont des oiseaux terrestres, de taille moyenne généralement, mais parfois considérable, à corps ramassé, à ailes courtes, arrondies, à bec fort, généralement convexe, plus ou moins recourbé à la pointe, à jambes couvertes de plumes, à doigts antérieurs réunis par une courte membrane. Exemple : Coq.

Les *Pigeons* sont des oiseaux à bec faible, membraneux, renflé autour des narines, à ailes de taille moyenne, poin-

tues, à pieds formés de quatre orteils libres, trois devant et un derrière, articulés au même niveau.

Les *Grimpeurs* sont des oiseaux à bec robuste, à plumage rigide, pauvre en duvet, à pieds formés de deux orteils postérieurs. Exemple : Perroquet.

Les *Passereaux* sont des oiseaux à bec corné, dépourvu de cire, à tarses recouverts de petites écailles, à pieds composés de quatre doigts dirigés en avant, ou d'un doigt postérieur et de trois antérieurs, l'externe et le médian parfois réunis ensemble jusqu'au milieu de leur longueur. Ils ont d'ordinaire un appareil vocal avec des muscles spéciaux. Exemple : Moineau.

Les *Rapaces* sont de grands oiseaux à bec puissant et crochu, à tarses recouverts de scutelles et à pattes composées de quatre doigts, un postérieur et trois antérieurs, réunis à la base par une courte membrane et armés d'ongles puissants. Exemple : Aigle.

Les *Albatros,* ou oiseaux à longues ailes par allongement du bras, appartiennent aux Palmipèdes ; les *Hirondelles* et les *Oiseaux-mouches*, ou oiseaux à longues ailes par allongement de la main, se rangent dans les Passereaux.

On sait que les *Palmipèdes* comprennent : les *Impennes* (Manchots), les *Alcidæ* (Pingouins), les *Colymbidæ* (Plongeons), les *Lamellirostres* (Canards), les *Stéganopodes* (Pélicans), les *Laridæ* (Goëlands) et les *Procellaridæ* (Pétrels).

C'est dans les *Procellaridæ* qu'on a classé l'Albatros.

Les *Procellaridæ* présentent un bec composé, dit M. Claus; il est long, très fort, terminé en crochet et montre des sillons profonds. Les narines sont tubulaires. Les pieds, naturellement, sont palmés, mais leur orteil postérieur est absent, ou tellement réduit qu'il ne constitue plus qu'un court moignon portant un ongle. Les *Procellaridæ,* qu'on appelle encore *Oiseaux des tempêtes,* sont de véritables oiseaux pélagiques. La puissance et l'aisance merveilleuse

de leur vol, ajoute l'éminent professeur de Vienne, leur permettent de s'éloigner de terre à de grandes distances, et de pêcher leur proie pendant la tourmente sur la crête des vagues furieuses. On les aperçoit fréquemment près des navires. Ils plongent rarement. Pour pondre, ils préfèrent les côtes escarpées et rocheuses où ils nichent par groupes. La femelle ne dépose qu'un seul œuf qu'elle couve tour à tour avec le mâle. L'élevage des jeunes dure assez longtemps.

Les *Procellaridæ* comprennent notamment : les Pétrels *(Procellaria),* les Hirondelles de mer (Oiseau de St-Pierre, Thalassidrome tempête, *(Thalassidroma)* et les Albatros, *(Diomedea).*

Les *Albatros* se distinguent par un bec plus long que le crâne proprement dit et recourbé ; leurs narines sont situées à l'extrémité de courts tubes. L'orteil postérieur manque.

M. Claus ne signale que deux Albatros : *Diomedea exulans,* qui habite les mers du Sud, et *Diomedea chlororhynchus,* qu'on rencontre au Cap de Bonne-Espérance.

Brehm (1) distingue trois espèces : d'abord les deux mentionnées dans Claus, puis l'Albatros fuligineux *(Diomedea fuliginosa).*

L'*Albatros hurleur (Diomedea exulans),* vulgairement appelé « mouton du Cap », est tout blanc, à l'exception de ses ailes, qui sont noires. Son bec est légèrement nuancé d'un blanc tirant sur le rouge à l'extrémité. Les tarses sont d'un blanc tirant sur le jaune rougeâtre. Selon Bennett, l'oiseau dont nous nous occupons mesure environ $1^m,15$ de long ; il a $3^m,54$ d'envergure !

L'*Albatros chlororhynque (Diomedea chlororhynchus),* un peu plus petit que le précédent, a le bec vert (d'où son nom spécifique). Son plumage est blanc, avec les flancs d'un noir brunâtre, les ailes d'un brun d'ardoise, les rec-

(1) Brehm. *Vie des animaux illustrée.* Édition française de Z. Gerbe. Paris. J.-B. Baillière et fils.

trices tachetées de blanc et de noir, le bec jaune orange à sa partie supérieure.

L'*Albatros fuligineux (Diomedea fuliginosa)* a une queue cunéiforme ; il est d'un gris de suie foncé, avec la tête et les ailes brunes.

L'Océan Pacifique de l'hémisphère sud est la patrie des Albatros, dit Brehm. Quand ces Oiseaux, dans l'Océan Atlantique du moins, dépassent au nord le tropique du Capricorne, c'est qu'ils sont égarés. Les Albatros recueillis en Europe sont donc des individus pris tout à fait accidentellement.

Bennett, qui les appelle « vautours des mers », dit que c'est un beau spectacle de voir ces oiseaux magnifiques, pleins d'énergie et de grâce, doués d'une force exceptionnelle, voguer dans les airs. C'est à peine si l'on remarque un mouvement des ailes après le premier essor et l'élan qui porte ces puissants oiseaux dans l'espace. Ils frôlent, presque en planant, le gouvernail des bateaux, et cela avec une hardiesse incroyable. Dès qu'ils voient une proie à la surface de l'eau, ils fondent sur elle, les ailes largement déployées, s'en emparent, nagent quelque temps, puis se relèvent, se mettent à tournoyer et reprennent leur exploration. On ne remarque aucun effort dans leurs mouvements, mais la force et l'énergie réunies à une grâce toujours égale, ajoute M. Bennett. Ils sillonnent les airs très gracieusement, se penchent d'un côté à l'autre, rasent les vagues mouvantes de si près qu'ils semblent s'y mouiller les ailes. Leur vol est si rapide qu'on ne les aperçoit plus que de bien loin peu d'instants après qu'ils ont passé devant le navire où se trouve l'observateur.

Par un temps orageux, ils semblent heureux au milieu des vagues que soulève l'ouragan. Gould dit que leur puissance de vol est plus considérable que celle d'aucun des oiseaux qu'il a observés. Par le calme, ils flottent à la surface des mers avec assurance, et par la plus forte tempête ils s'élancent avec la rapidité de la flèche.

Jouan a observé qu'ils battent des ailes presque toutes les cinq minutes, lorsqu'il n'y a pas de vent ; par un temps favorable, ils en battent une fois toutes les sept minutes seulement.

D'après Köler, avant de prendre leur vol, ils parcourent une grande étendue de vagues à la nage.

Au moment où ils s'abattent, prétend Hutton, leur extérieur perd toute grâce : ils relèvent les ailes, portent la tête en arrière, rentrent le dos, étendent devant eux leurs énormes pieds, écartent les orteils et retombent sur l'eau avec bruit.

Les Albatros nagent bien, mais plongent mal. Bennett assure qu'il en a vu plonger pendant huit secondes.

Sur la terre ferme, les Albatros se dandinent pesamment comme des oies, dans les environs de leur nid.

On a comparé leur voix au cri de l'âne, mais Tschudi prétend, selon Brehm, que l'oiseau fait entendre des cris perçants et criards. Köler rapporte que, lorsque les Albatros sont en colère ou ont peur, ils claquent du bec comme la cigogne.

La vue est le plus développé des sens de l'Albatros. Sur son intelligence, les avis sont très partagés.

Les Albatros ne semblent être en bons rapports entre eux qu'au moment de la ponte. Ils vivent de rapine aux dépens des petits oiseaux de tempête : le plus souvent ceux-ci découvrent la proie, et les Albatros les mettent en fuite, s'emparant de ce qu'ils ont capturé ou trouvé.

Dans l'état actuel de l'ornithologie, il semble que les Albatros doivent être classés parmi les Oiseaux diurnes. C'est à peine s'ils paraissent avoir besoin de repos. Ils passent leur journée à chercher leur nourriture, à manger et à voler. Ils luttent de vitesse avec les bâtiments les plus rapides. L'un d'eux, d'après Tschudi, cité par Brehm, aurait suivi un navire pendant six jours pleins, sans s'absenter plus de quatre fois pendant ce temps et jamais pour plus d'une heure. Durant les six jours, le vaisseau avait filé quatre nœuds et demi en moyenne.

C'est, dit Brehm, une voracité insatiable qui pousse l'Albatros à parcourir des espaces aussi étendus et à passer une partie de son existence dans les airs. Schinz dit qu'il ne paraît vivre que pour manger. Sa digestion est remarquablement rapide, ce qui l'oblige à chercher constamment sa proie.

Par le temps calme, les Albatros ne mangent bien certainement que des céphalopodes, des zoophytes ou des mollusques, qu'ils attrapent à la surface de l'eau. Ils ne sont pas capables, d'après Hutton, de prendre des poissons vivants. Ils mangent aussi des détritus de grands animaux. Marion de Procé rencontra, un jour, une bande considérable d'Albatros qui se battaient autour du cadavre en putréfaction d'une baleine. On s'approcha d'eux sans qu'ils prissent la fuite; leur voracité était si grande qu'ils semblaient ne s'apercevoir de rien; c'est au point qu'on aurait pu les prendre avec la main si l'on n'avait pas craint leurs morsures.

Gould trouve très vraisemblable, d'après Brehm, l'attaque d'hommes ivres par des Albatros qui, comme les corbeaux, leur arrachaient les yeux. Et Brehm ajoute qu'il ne doute pas de l'exactitude de cette observation, puisque ces oiseaux mangent bien sans répulsion les êtres de leur espèce.

Dans les îles Auckland et Campbell, les Albatros se reproduisent aux mois de novembre et de décembre. Ils choisissent les versants recouverts d'herbes des collines pour nicher. Leur nid est composé d'herbes sèches, de roseaux et de feuilles. Ce nid a, à sa partie inférieure, un diamètre d'environ $0^m,60$; son diamètre supérieur est de $0^m,74$ et sa hauteur atteint $0^m,49$. Les Albatros ne pondent généralement qu'un seul œuf, car, sur des centaines de nids, Cornick n'en trouva qu'un qui en contînt deux. Les œufs ont le plus souvent $0^m,13$ de long et pèsent, en moyenne, 850 grammes.

A l'approche d'un ennemi, l'Albatros défend son œuf et

ne l'abandonne que lorsqu'il y est contraint. Alors, il s'éloigne à une petite distance, en chancelant. Le Stercoraire est le plus terrible adversaire de l'Albatros, en ce qui concerne sa reproduction, car, si l'Albatros abandonne son œuf un instant, le Stercoraire fond dessus et le dévore.

Les jeunes Albatros, selon Brehm (1), qui résume les observations de Carle et de Hutton, ne peuvent voler avant d'avoir atteint un an. Au mois de juin (au plus tard) qui suit la ponte (l'œuf a éclos en janvier), les parents abandonnent les jeunes jusqu'en octobre : on ne sait comment les jeunes se nourrissent pendant ce temps.

Il est assez facile de prendre des Albatros, car il suffit pour cela de leur lancer un hameçon bien amorcé et solide, de même que la corde à l'extrémité de laquelle il se trouve. Les Albatros sont des oiseaux extrêmement difficiles à tuer, car ils ont une grande résistance vitale.

Les habitants des bords de la mer mangent la chair coriace et huileuse de ces oiseaux, en cas de famine. Avant de les faire cuire et pour leur enlever leur odeur désagréable, on les met pendant 24 heures au moins dans l'eau de mer et on les expose ensuite à l'action du vent.

Les Oiseaux qui ont l'aile longue par allongement de la main sont, comme nous l'avons déjà dit, les Hirondelles et les Oiseaux-mouches, de l'ordre des Passereaux.

Les Passereaux se divisent en *Lévirostres* (Martin-Pêcheur), *Ténuirostres* (Oiseau-mouche), *Fissirostres* (Hirondelle), *Dentirostres* (Corbeau) et *Conirostres* (alouette).

Les *Ténuirostres*, dit Claus (2), sont des oiseaux criards ou chanteurs, présentant un long bec grêle et des pieds formés de quatre orteils (un postérieur, long, et trois antérieurs) dont les deux externes sont souvent réunis à la base. Par leur

(1) Brehm. *Vie des animaux illustrée*, etc. Cité plus haut.
(2) C. Claus. *Traité de zoologie*, etc. Cité plus haut.

mode de locomotion, ils se rapprochent des Grimpeurs ; ils se nourrissent d'insectes.

Les Ténuirostres comprennent les *Upupidæ,* les *Trochilidæ,* les *Meliphagidæ,* les *Certhiadæ* et les *Dendrocolaptidæ.*

Les *Trochilidæ* sont les Oiseaux-mouches ou Colibris.

Ce sont les plus petits de tous les Oiseaux, ajoute Claus, Ils sont privés d'appareil musculaire vocal. Leur plumage présente les plus riches couleurs et a des reflets métalliques. Leur bec est long, mince, en forme d'alène. Leur langue, fendue jusqu'à sa base, peut être projetée au dehors comme celle des Pics. Leurs ailes sont longues et pointues et présentent dix rémiges.

Les Oiseaux-mouches volent avec la rapidité d'une flèche et saisissent, sans se poser, les insectes dans le calice des fleurs.

Ils appartiennent tous à l'Amérique.

M. Claus mentionne dix genres d'Oiseaux-mouches dans son manuel de zoologie.

Il y a des Colibris qui ne sont guère plus forts qu'une grosse mouche, selon Brehm. Leur corps est allongé, au moins en apparence, car la queue est souvent très longue. Les pattes (membres postérieurs) des Colibris sont remarquablement petites et délicates.

Leurs ailes sont longues, étroites, légèrement recourbées en faucilles. La première rémige est toujours la plus longue, et sa tige est plus forte que les autres.

La queue compte toujours dix rectrices, mais elle est très diversement conformée. Beaucoup d'espèces ont la queue fourchue.

Le plumage en général est assez roide et abondant relativement à la taille de l'Oiseau. Il n'est pas uniforme sur tout le corps. Certains Colibris ont une huppe, d'autres une collerette, d'autres encore une sorte de barbe. La livrée varie aussi plus ou moins suivant l'âge et le sexe.

Selon Burmeister, le squelette des Colibris est très

grêle. Presque tous les os du tronc sont pneumatiques. Les orbites sont très grandes, et la cloison inter-orbitaire semble perforée. Les clavicules (fourchette) courtes et étroites ne s'articulent pas avec le sternum. Celui-ci est très large dans sa partie postérieure, arrondi, dépourvu d'échancrures et de lacunes. Le bréchet est extrêmement élevé et fortement saillant en avant.

Au squelette de l'aile, on remarque une omoplate longue, un humérus et un avant-bras très courts ; la main, par contre, comme nous l'avons déjà dit à plusieurs reprises, est très longue.

L'estomac est très petit, rond, peu musculeux. Il n'y a, chez les Colibris, ni cœcum, ni intestin, ni vésicule biliaire. Leur foie est très grand et bilobé. Les lobes pulmonaires sont extrêmement peu volumineux. Mais le cœur est énorme : trois fois plus gros que l'estomac.

Les œufs sont absolument extraordinaires comme taille.

Tous les Colibris sont décrits et figurés dans la monographie de Gould.

Les Oiseaux-mouches les plus remarquables sont les suivants :

Les *Eustéphanidés*, qui sont les plus grands de tous les Colibris, peuvent atteindre $0^m,23$. L'un d'eux, le *Docimastes*, a un bec aussi long que le corps ; il a le dos et la tête couleur de cuivre ; le ventre, la gorge, le milieu de la poitrine d'un vert bronzé ; les flancs ont des reflets d'un vert clair ; il y a une petite tache blanche en arrière de l'œil ; les ailes, relativement courtes, sont d'un beau brun pourpre ; la queue d'un brun foncé à reflets métalliques. La femelle est plus petite et plus terne. Les Docimastes habitent la Bolivie.

Les *Polytmidés* sont encore des Oiseaux-mouches assez grands. Parmi eux, l'*Eutoxère* a un bec vigoureux, recourbé en faucille. Il a le dos d'un vert brillant et les ailes d'un brun pourpre. Il habite Bogota.

Les *Phaëtornithidés* ont une queue longue et conique, à rectrices médianes dépassant de beaucoup les autres. Ils vivent au Brésil et à la Guyane et ne sont pas encore des Colibris minuscules.

Les *Oreotrochilidés* ont les tiges des rémiges primaires des ailes extrêmement élargies. Ils se font remarquer par un plumage brillant à reflets superbes. Leur dos est bleu ou vert ; le ventre de couleur claire ; la gorge, en général très vivement colorée, à éclat métallique prononcé. Leur bec est long. Les sexes diffèrent beaucoup l'un de l'autre. On trouve les Oréotrochiles sur le Chimborazo, à une altitude de 4000 à 5300 mètres au dessus du niveau de la mer.

Les *Hypophanidés* sont aussi appelés « Oiseaux-pierreries ». Ils comprennent, notamment, le Topaze, qui peut rivaliser de beauté avec tous les autres Colibris. Il a le sommet de la tête et un collier qui entoure la gorge d'un noir velouté ; le tronc tirant sur le rouge-grenat à reflets dorés ; les couvertures de la queue vertes. Il semble propre à la Guyane. Il habite les fourrés les plus épais sur les rives des cours d'eau.

Les *Lampornithidés* sont encore nommés « Nymphes des forêts ». Parmi eux, vient se ranger le Mango, qui a le dos vert-bronzé ; la gorge, le cou, la poitrine sont d'un noir velouté. Cet Oiseau se rencontre au Brésil, dans la Guyane, aux Antilles.

Les *Florisugidés* sont les « Nymphes des fleurs ».

Les *Trochilidés* sont le véritable type du Colibri. Leur bec est droit, de longueur moyenne. Les pattes sont courtes et faibles. La queue est légèrement fourchue. Le Colibri proprement dit, qui appartient à ce groupe, est l'un des plus anciens Oiseaux-mouches connus. On le trouve aux États-Unis et au Canada jusqu'au Labrador. Il a le dos vert, à reflets dorés; le ventre est blanc-grisâtre, mêlé de vert; les ailes sont d'un brun pourpre.

Les *Lophornithidés* sont, de tous les Colibris, ceux qui

sont le mieux parés. Leur cou ou leur tête porte des ornements particuliers, au moins chez le mâle. Les *Lophornis*, particulièrement, sont des oiseaux on ne peut plus ravissants. Chez le mâle, il y a une collerette de plumes de couleurs splendides que l'Oiseau peut étaler ou rabattre à volonté ; sans compter que souvent la tête est surmontée d'une sorte de huppe. Le Lophornis splendide a les plumes du tronc d'un vert de bronze ; la huppe d'un rouge brunâtre ; une bande blanche transversale sur le dos ; la collerette brun-rouge clair, avec une tache d'un vert brillant à l'extrémité ; la queue rouge-brun foncé ; le bec couleur de chair avec la pointe brune.

Les *Lesbiidés* ou « Sylphes » sont caractérisés par leur queue qui est très longue et très fourchue.

Les *Microrhamphidés* ont la tête et le cou ornés de parures singulières.

Les Colibris ne sont pas limités à la zone torride, comme on le croyait autrefois. Ils remontent jusqu'au Labrador et il y en a à la Terre de Feu. Ils s'élèvent aussi très haut sur les sommets de la chaîne des Andes ; ils y visitent les cratères des volcans non encore éteints.

Chaque contrée de l'Amérique a ses espèces d'Oiseaux-mouches. Ils ont, d'ailleurs, une distribution géographique en rapport avec celle de certaines fleurs dont ils ont besoin.

Le Mexique est particulièrement privilégié : il est la patrie du cinquième de tous les Colibris connus.

En ce qui concerne les migrations, il est certain qu'aucun Colibri ne demeure toute l'année dans la même localité.

Aucun autre Oiseau ne vole comme les Colibris. Ils ne fendent pas les airs comme une flèche, ainsi que l'Hirondelle, dit Gould ; mais, qu'ils errent de fleur en fleur, qu'ils franchissent un cours d'eau, qu'ils passent au-dessus d'un arbre, toujours leurs ailes sont agitées d'un mouvement vibratoire. Kittlitz ajoute qu'on les prendrait pour des

insectes quand ils s'avancent dans l'air. Ils volent avec tant de rapidité qu'on peut à peine les apercevoir ; mais, devant chaque objet qui frappe leur attention, ils s'arrêtent quelque temps, se soutenant dans les airs, le corps relevé et les ailes agitées de mouvements extrêmement rapides. D'après un autre observateur, que Brehm cite mais ne nomme pas, ils battent des ailes à coups aussi précipités que les frelons, et leurs ailes en deviennent presque invisibles ; elles ne ressemblent plus alors qu'à un voile très indistinct.

Tant que l'Oiseau-mouche demeure à une même place, on ne perçoit pas le bruit que font ses ailes ; mais lorsqu'il vole rapidement d'un endroit à un autre il fait entendre un bruit perçant.

D'après H. de Saussure, le vol des Colibris est de deux genres. L'un, ayant pour but la translation horizontale, est si rapide qu'on a peine à le suivre de l'œil et qu'il produit une espèce de sifflement. L'autre sert à soutenir le corps en l'air à la même place. Pour cela, l'Oiseau prend une position presque verticale et bat des ailes avec une grande intensité ; c'est, naturellement, dans ce cas-ci que ces organes doivent vibrer le plus rapidement, parce que l'immobilité du corps exige un coup d'aile plus petit et, par conséquent, plus souvent répété.

On ne peut déterminer la direction du vol des Colibris, ni les lignes qu'ils décrivent. Leurs mouvements sont si rapides, leur taille est si faible que les observer est chose impossible. Cependant Audubon affirme qu'ils décrivent des lignes longuement ondulées. Pöppig, au contraire, prétend qu'ils volent en ligne droite et horizontalement. Pour Gould, d'autre part, ils volent facilement dans toutes les directions.

Dans les régions baignées par l'Amazone, les Indiens, les nègres et même certains blancs confondent les Colibris et les Papillons. Selon eux, la chenille devient papillon, et le papillon, Oiseau-mouche.

Les Colibris se reposent dans le feuillage. Parfois, comme les Chauves-souris et certains Perroquets, ils se suspendent la tête en bas.

A terre, ils sont incapables de marcher : un jour, Kittlitz en blessa légèrement un à l'aile, mais assez pour l'empêcher de voler. Il ne put ni marcher, ni courir, ni sauter.

Les Oiseaux-mouches ne sont nullement muets, dit Burmeister. Pourtant, ce ne sont pas des chanteurs.

La vue des Colibris est extrêmement perçante. Leur ouïe ne le cède pas à celle des autres Oiseaux.

Le toucher est fort développé ; c'est ce qui leur permet de retirer la majeure partie de leurs aliments de l'intérieur des fleurs. Ils se tiennnent devant elles, dit Burmeister, suspendus en l'air, jusqu'à ce qu'ils aient examiné, en plongeant leur langue dans la corolle, tout leur intérieur. Leur toucher délicat leur permet de reconnaître leur proie et le même organe qui l'a découverte la saisit.

Le sens du goût existe chez les Oiseaux-mouches : on le voit bien à la façon dont, selon certains auteurs, ils aiment les substances sucrées.

Les Colibris sont généralement confiants et sans crainte : on dirait qu'ils ont conscience de pouvoir échapper presque toujours à temps à tout danger.

Selon le prince de Wied, Wilson et Bullock, ce n'est qu'accidentellement que les Colibris avalent le nectar : leur nourriture se composerait exclusivement d'insectes. Cependant, ils ne les prendraient jamais au vol, d'après Burmeister. C'est dans les fleurs ou dans les toiles d'araignées qu'ils les captureraient.

Presque tous les Oiseaux-mouches sont diurnes. Pourtant, le Topaze, par exemple, ne sort que le soir et évite soigneusement le soleil.

D'ordinaire, quand il s'agit de visiter les fleurs d'un arbre, les Colibris n'arrivent qu'un à un et chacun ne demeure qu'un instant au même endroit. Cependant cer-

tains voyageurs, Spix et Martius entre autres, parlent de bandes de Colibris. Stedmann dit avoir vu tant de Colibris voler à la fois autour d'un arbre qu'il s'en élevait un bruit semblable à celui d'un essaim d'abeilles.

Bullock raconte que certains Colibris prennent possession d'un arbre et attaquent avec furie tous les Oiseaux qui s'en approchent, fussent-ils dix fois plus gros, et les mettent en fuite. D'après lui, ils dirigeraient leur bec pointu et acéré contre les yeux des autres Oiseaux, et les forceraient ainsi à se retirer. Ce n'est pas seulement, d'ailleurs, à leurs semblables ou à d'autres petits Oiseaux que les Colibris font la guerre, selon H. de Saussure. Ils livrent des combats acharnés à tous les êtres de la création qu'ils ont en inimitié : tel est le cas pour le papillon sphynx, deux fois plus volumineux pourtant que l'Oiseau-mouche qui le poursuit.

Vis-à-vis de l'homme, les Oiseaux-mouches se montrent très confiants.

On ne sait encore si le mâle et la femelle restent ensemble toute l'année, ou s'ils ne se réunissent qu'au temps des amours. Vers l'époque de l'accouplement, les Colibris sont encore plus vifs et plus querelleurs que de coutume. Les mâles sont extrêmement jaloux.

Les nids des Oiseaux-mouches ne diffèrent pas beaucoup entre eux, et tous ne pondent que deux œufs blanchâtres, allongés et très grands par rapport à la taille de l'Oiseau.

Le fond du nid est formé par une couche de substance cotonneuse, mêlée à des lichens, des brindilles d'herbes sèches, des écailles de fougères. Le nid le plus curieux est celui d'un Phaëton. Ce nid, dit Burmeister, est terminé inférieurement par une longue pointe. Il est formé de brins de mousse, reliés entre eux par des lichens orseille du Brésil. Sous l'influence de la chaleur développée par l'incubation, les lichens mettent en liberté leur matière colorante et les œufs se teignent en beau rouge carmin ; cette

couleur les couvre entièrement avec une régularité remarquable : on n'y voit pas une tache.

Le nid du Colibri à cou blanc est aussi très intéressant. D'après ce qu'en dit Brehm, ce nid est construit avec un lichen d'un gris verdâtre superbe qui recouvre le sommet comme un toit.

Les nids sont placés d'une façon très variable. Le Colibri à cou blanc place le sien à la bifurcation des branches. Une autre espèce niche au milieu des frondes gigantesques des fougères qui croissent dans les montagnes, sur les sols arides et couvrent de grandes étendues de terrain. Il se trouve là comme dans une poche en feuillage. La plupart des Colibris fixent pourtant leur nid à des chaumes ou à de petites branches verticales. M. Burmeister, directeur du musée de Buenos-Ayres, en a trouvé dans les roseaux. Schomburgk dit que le Topaze établit son nid au milieu des lianes qui pendent au-dessus de l'eau. Ce nid a, intérieurement, la couleur du cuir tanné; il ressemble à de l'amadou. Pour que le vent ne puisse, en le balançant, faire tomber les œufs, les parents ont eu soin d'en garnir l'ouverture d'un large rebord renversé en dedans.

D'après Salvin, le mâle prend part à la construction du nid dans certaines espèces, mais généralement c'est la femelle qui fait le plus gros de l'œuvre.

Audubon dit que l'incubation des Oiseaux-mouches n'est que de six jours ; qu'en une semaine les petits grandissent, et que pendant une semaine encore les parents les nourrissent. Mais, ajoute Brehm (1), d'autres naturalistes nous apprennent que les petits Oiseaux-mouches naissent nus et aveugles, et qu'ils sont même très faibles, car c'est à peine s'ils peuvent ouvrir le bec pour recevoir leur nourriture. Selon Burmeister, les jeunes éclosent après seize jours d'incubation ; ils ouvrent les yeux quinze jours après et prennent leur nourriture à l'âge d'un mois. Jusque-là ils

(1) Brehm. *La vie des animaux illustrée*, etc., cité plus haut.

demeurent dans le nid que la femelle agrandit à mesure que les petits eux-mêmes grandissent. Salvin, de son côté, affirme que c'est à la femelle seule qu'incombe le soin d'élever les petits. Le même auteur déclare que les petits nouvellement éclos représentent une petite masse noire informe avec un long cou et un rudiment de bec.

Le prince de Wied a fait une singulière observation, dit Brehm : il vit dans un nid deux jeunes complètement nus, autour desquels grouillaient des vers en si grande quantité que les petits oiseaux en étaient presque entièrement couverts. Burmeister croit que ce ne sont pas les Oiseaux eux-mêmes qui attirent les vers, mais bien leurs excréments. Cela prouverait simplement que certains Colibris laissent leurs petits dans l'ordure.

Oviedo raconte que l'Oiseau-mouche vole à la figure de l'homme qui s'approche de son nid, ce qui est confirmé par d'autres auteurs. Audubon et le prince de Wied sont pourtant d'un avis différent.

L'homme excepté, écrit Brehm, les Colibris n'ont guère d'ennemis à redouter. Leur agilité les fait échapper aux attaques des rapaces ou des carnassiers.

Selon H. de Saussure, on ferait, à Mexico, un véritable commerce de Colibris. Les Oiseaux, ajoute Brehm, se vendraient au marché pour la modique somme d'un réal et beaucoup d'habitants de la ville tiendraient dans leur salon une volière d'Oiseaux-mouches. Du reste, il est facile de prendre ces Oiseaux.

Les Indiens, dit H. de Saussure, s'en emparent en enduisant de glu les buissons fleuris qu'il habitent ; d'autres plus habiles les prennent au filet.

Une fois mort, le Colibri n'est absolument utile que pour le naturaliste. Le temps n'est plus où les nobles Mexicains ornaient leurs vêtements de dépouilles d'Oiseaux-mouches.

Les Colibris vivent très difficilement en captivité, dit Lesson. Le besoin d'activité et de mouvement sont inhé-

rents à leur existence, et la vie trop resserrée d'une volière, jointe à la difficulté de saisir les aliments qui leur conviennent les fait bientôt languir et puis mourir.

Le P. Labat cite un fait curieux. Un jour qu'il montrait au P. Montdidier un nid de Colibri, ce père l'emporta avec les petits, lorsqu'ils eurent quinze ou vingt jours, et le mit dans une cage à la fenêtre de sa chambre. Le mâle et la femelle ne manquèrent pas de venir donner à manger à leurs petits et s'apprivoisèrent tellement qu'ils ne sortaient presque plus de la chambre où ils venaient, sans contrainte, manger et dormir avec leurs jeunes. Le P. Labat a vu souvent les quatre Oiseaux-mouches sur le doigt du P. Montdidier, chantant comme s'ils eussent été sur une branche d'arbre. Il les nourrissait avec une pâtée très fine et presque claire. Ces malheureux Oiseaux périrent, un jour d'oubli, dévorés par les rats.

A certains moments, raconte Bullock, j'ai eu environ soixante et dix Colibris en cage ; avec un peu de soin je les ai conservés pendant plusieurs semaines.

Si les Colibris sont querelleurs en liberté, jamais ils ne se disputent en captivité.

Gosse a aussi élevé des Colibris. Il nous a laissé une relation détaillée de ses tentatives.

Un mot sur les légendes relatives aux Oiseaux-mouches. Ces Oiseaux ont été, chez les anciens Mexicains, le type de la plus haute félicité. L'épouse du dieu de la guerre, Toyamiqi, conduisait les âmes des guerriers morts pour la défense des dieux, dit Brehm, dans la maison du Soleil, où elle les transformait en Colibris. Mais cette étrange croyance ne protégeait pas pour cela les vrais Oiseaux-mouches, car ces mêmes Mexicains les immolaient sans vergogne à leurs goûts somptueux, fabriquant, de leurs plumes, de véritables mosaïques qui remplirent d'admiration les conquérants espagnols.

Le second groupe d'Oiseaux à *ailes longues* par *allonge-*

ment de la main est constitué, ainsi que nous l'avons dit, par les *Hirondelles*.

Les *Hirondelles* appartiennent aux *Passereaux fissirostres*. Ces derniers sont des Oiseaux de taille moyenne, à cou court. Leur tête est plate, dit Claus. Leur bec est aplati et fendu presque jusqu'aux yeux. Leurs ailes sont longues et pointues. Leurs pieds sont faibles et formés de quatre orteils dirigés en avant, ou de trois orteils antérieurs et un postérieur, dont les deux externes sont réunis à la base. Ces Oiseaux, ajoute l'éminent professeur de l'université de Vienne (1), ont un vol aisé et rapide, d'une durée extraordinaire ; ils se nourrissent de mouches, de demoiselles, de papillons, qu'ils saisissent au vol en tenant le bec ouvert. Ils habitent principalement les pays chauds, et ceux qui vivent dans les régions tempérées sont voyageurs. Leurs jambes courtes et faibles font qu'ils évitent de se poser sur le sol ; par contre, ils s'accrochent aux murailles. La plupart chassent de jour. Quelques-uns sont chanteurs.

Les *Passereaux fissirostres* comprennent les *Hirundinidæ* (Hirondelles), les *Cypselidæ* (Salanganes et Martinets) et les *Caprimulgidæ* (Engoulevents).

Les *Hirundinidæ* sont de petits Oiseaux chanteurs de forme élégante. Leur bec est large, triangulaire, comprimé au bout. Leur queue est longue et fourchue. Ces Oiseaux sont répandus sur toute la terre, et construisent avec beaucoup d'art un nid avec de l'argile. Les espèces européennes hivernent dans l'Afrique centrale.

Les *Hirundinidæ* comprennent le genre *Hirundo*.

L'*Hirondelle rustique*, ou de cheminée, l'Hirondelle domestique, comme on la nomme quelquefois aussi, dit Brehm, a environ $0^m,19$ de long et $0^m,33$ d'envergure. L'aile pliée mesure $0^m,12$ et la queue en a $0^m,09$. Le dos est noir bleu à éclat métallique ; le front et la gorge sont

(1) C. Claus. *Traité de zoologie*, etc. Cité plus haut.

d'un brun châtain; la gorge est marquée d'une large bande noire; le reste de la face inférieure du corps est jaune-roux clair. La femelle a des couleurs moins franches que le mâle.

L'Hirondelle rustique est trop connue pour que nous insistions plus longtemps à son égard.

Outre cette hirondelle, il y en a encore bien d'autres ; nous allons en énumérer quelques-unes.

L'*Hirondelle du Sénégal* est remarquable pour sa taille: elle a $0^m,22$ de long et $0^m,44$ d'envergure; son aile pliée mesure $0^m,15$ et la queue a $0^m,12$. La face supérieure du corps est d'un bleu noir brillant, sauf le croupion et une bande brun-roussâtre clair au cou. La face inférieure du corps est d'un brun roussâtre.

L'hirondelle du Sénégal est répandue dans toute l'Afrique centrale.

L'*Hirondelle filifère* a les deux rectrices externes de la queue énormément prolongées et filiformes. La face supérieure du corps est d'un bleu métallique; le sommet de la tête roux de rouille; le ventre est blanc; les pennes caudales sont tachetées de blanc.

Cette Hirondelle habite l'Afrique orientale et les Indes.

L'*Hirondelle de fenêtre,* ou de muraille, ou *Hirondelle à cul blanc* a $0^m,15$ de long et $0^m,30$ d'envergure; l'aile pliée mesure $0^m,11$ et la queue $0^m,07$. La face supérieure du corps est bleu noir; la face inférieure et le croupion sont blancs.

L'Hirondelle de fenêtre a la même patrie que l'Hirondelle rustique, ou à peu près. Elle s'élève cependant moins haut vers le Nord.

Il y a aussi les *Hirondelles grises* caractérisées par des ailes plus longues que la queue, qui est médiocrement échancrée. On y distingue l'Hirondelle de rocher et l'Hirondelle de rivage.

L'Hirondelle grise de rocher a de $0^m,15$ à $0^m,16$ de long et à peu près $0^m,36$ d'envergure; l'aile pliée mesure environ

$0^m,14$ et la queue $0^m,015$. Elle a toute la face supérieure du corps d'un brun clair ; la poitrine et le bas-ventre sont d'un gris roussâtre sale. Cette Hirondelle, de même que la suivante, habite l'Europe, entre autres contrées.

L'Hirondelle grise de rivage était connue des anciens. A l'embouchure du Nil, près d'Héraclée, raconte Pline, les Hirondelles bâtissent leurs nids l'un près de l'autre, et opposent ainsi aux inondations du fleuve une digue impénétrable, de près d'un stade de long, et qui ne pourrait être construite de main d'homme. Dans cette partie de l'Égypte, continue l'auteur latin, il y a, près de la ville de Coptos, une île consacrée à Isis ; les Hirondelles se donnent beaucoup de peine pour la raffermir, afin qu'elle ne soit pas emportée par le Nil. Au commencement du printemps, elles en fortifient la pointe, en apportant du foin et de la paille. Elles y travaillent trois jours et trois nuits de suite, avec une telle ardeur que beaucoup meurent d'épuisement. Chaque année, elles recommencent ce travail à nouveau. L'Hirondelle de rivage que l'historien avait ici en vue, dit Brehm (1), est une des plus petites espèces de la famille des Hirundinidés. Elle a au plus $0^m,14$ de long et $0^m,30$ d'envergure ; l'aile pliée mesure $0^m,11$ et la queue $0^m,06$. Le dos est gris brun ; le ventre blanc.

Ce qui précède termine ce que nous avions à dire des *Oiseaux bons voiliers*. En résumé, *ces Oiseaux, comme l'Archéoptéryx, sont doués du vol à l'aide de plumes, mais il ne s'agit plus ici du vol passif : c'est le vol actif ou véritable vol que nous observons. Le squelette de l'aile se compose du bras, de l'avant-bras et d'une main tridactyle comme chez l'Archéoptéryx. Cependant, dans cette main, les griffes ont ordinairement disparu; le nombre des phalanges s'est réduit; les pièces, d'abord isolées, se sont soudées. En un mot, le squelette de l'aile s'est plus parfaite-*

(1) Brehm. *La vie des animaux illustrée*, etc. Cité plus haut.

ment adapté à soutenir un appareil de propulsion dans l'air. D'autre part, on peut dire, ou mieux, répéter que les Ptérodactyles, les Chauves-Souris et les Oiseaux, tous trois pourvus du vol actif, volent avec le membre antérieur, mais que, tandis que les Ptérodactyles et les Chauves-Souris se servent surtout de la main, cette dernière est le segment le moins utile aux Oiseaux. Et il y a lieu d'ajouter que les Chauves-Souris utilisent essentiellement toute la main, au lieu que les Ptérodactyles se limitent presque au " petit „ doigt démesurément allongé.

IX

LES OISEAUX NON-VOILIERS.

Nous avons dit, en commençant, que les animaux voiliers proviennent de la transformation de types terrestres. Et nous avons ajouté que, chez les Vertébrés, il y avait deux catégories d'êtres doués du pouvoir de voler, les uns se servant d'une membrane et les autres de plumes. Nous avons encore rappelé que la transformation d'un type terrestre en un type voilier est réversible. Enfin, nous avons reconnu que, tandis que les voiliers à membrane s'étaient éteints ou perpétués jusqu'à nos jours sans présenter d'exemple de réversion, les Oiseaux nous offraient au contraire tous les stades de la dégradation du vol. C'est de celle-ci que nous allons maintenant parler brièvement.

Dans le retour des Oiseaux à la vie terrestre ou aquatique, lorsqu'ils renoncent tout à fait à la vie aérienne, les ailes deviennent rudimentaires : elles commencent d'abord par diminuer de volume tout en conservant leurs parties constituantes; puis elles perdent graduellement plusieurs de ces parties, sans que la régression ait jamais été telle que l'aile osseuse ait disparu complètement.

Trois stades de cette évolution sont intéressants à expo-

ser ici, semble-t-il. Dans le premier, il n'y a, comme nous venons de le dire, qu'une réduction considérable du volume de l'aile : c'est le cas de l'*Autruche*. Dans le second, la main (segment terminal de l'aile), de tridactyle est devenue monodactyle : c'est ce qu'on voit chez l'*Apteryx*. Dans le troisième, non seulement la main, mais encore l'avant-bras tout entier a disparu ; il ne reste que l'humérus : c'est ce que nous montre l'*Hesperornis*.

L'*Autruche* a une aile courte ; l'*Apteryx* n'a plus qu'un moignon ; *Hesperornis* n'avait plus aucune saillie au niveau de l'épaule : le cou passait au tronc d'une manière continue.

L'*Autruche* et l'*Apteryx* sont des Oiseaux terrestres ; *Hesperornis* était surtout aquatique.

L'*Autruche* et l'*Apteryx* vivent encore de nos jours et sont privés de dents ; *Hesperornis* existait durant la période crétacée, à laquelle il n'a pas survécu, et il était armé de dents.

Étendons-nous un peu sur ces trois curieux Oiseaux : Autruche *(Struthio)*, Aptéryx, Hesperornis. Ils appartiennent tous trois à la division des *Ratitæ*. Selon M. Huxley (1), ce dernier groupe est caractérisé par l'absence de carène au sternum. Il se divise, pour les Anodontornithes, en deux sous-groupes. Le premier a une aile pourvue d'un long humérus et contenant encore deux phalanges unguéales : ce sont les *Rheidæ* et les *Struthionidæ*. Le second a une aile pourvue d'un humérus très court ou rudimentaire et ne contenant pas plus d'une phalange unguéale : ce sont les *Apterygidæ*, les *Dinornithidæ* et les *Casuaridæ*.

Les *Rheidæ* sont les nandous ou autruches américaines.

Les *Struthionidæ* sont les véritables autruches.

Les Autruches, dit Brehm, se distinguent par un corps volumineux ; un cou presque entièrement nu ; un bec de longueur moyenne ; des yeux grands et brillants ; de larges

(1) T. H. Huxley. *A manual of comparative anatomy*, etc. V. plus haut.

oreilles, des pieds didactyles dont le doigt externe n'a pas d'ongle, tandis que l'autre est pourvu d'un ongle long, large et mousse ; des ailes armées d'un double ergot, assez grandes, mais impropres au vol, les rémiges étant remplacées par des plumes longues et molles ; une queue formée de plumes analogues à celles des ailes.

Si l'on peut s'exprimer ainsi, ajoute le naturaliste allemand, l'Autruche est le chameau transformé en oiseau ; ce sont tous deux les véritables enfants du désert.

La couleur du plumage de l'Autruche mâle est noire au tronc, blanche pour les ailes et la queue. La femelle a les plumes du tronc d'un gris brun, les ailes et la queue d'un blanc sale. L'Autruche mâle a $2^m,60$ de haut ; elle pèse environ 75 kilogrammes.

L'Autruche habite toutes les steppes de l'Afrique.

C'est un Oiseau sociable et vivant en troupes quelquefois considérables. En général, pourtant, elle vit en petites familles composées d'un mâle et de deux à quatre femelles.

La présence de l'eau est la première condition que réclame l'Autruche pour s'établir dans une localité.

Avec ses longues et fortes pattes, l'Autruche ne dépasse pas en vitesse les Oiseaux de haut vol, mais la rapidité de sa course est véritablement surprenante. Brehm dit que, au pas, les traces des pattes sont distantes de $1^m,30$ à $1^m,60$; au trot, de $2^m,30$ à $3^m,00$. Il est positif que l'Autruche, non seulement rivalise de vitesse avec le cheval de course, mais encore le bat, et ces paroles de la Bible : « Elle se lève et se moque de tous deux, du cheval et du cavalier, » sont parfaitement vraies. Elle pourrait, mais sans doute au prix de sa vie, parcourir en 8 à 10 heures de 227 à 281 kilomètres.

La vue est de tous ses sens le plus parfait. L'ouïe est également très fine. L'odorat, le toucher et le goût sont fort obtus.

Quant à l'intelligence, l'Autruche (selon Brehm) est un des Oiseaux les plus stupides qui existe. Comme dit la

Bible : « Dieu lui a enlevé la sagesse et ne lui a départi aucune intelligence. » Elle est très défiante, d'ailleurs, elle vit au milieu des zèbres, si prudents et si rusés, et tire bénéfice de leur prudence. Mais, ajoute le naturaliste allemand, ce n'est pas elle qui se joint aux zèbres, ce sont plutôt ces derniers qui se joignent à elle pour profiter du signal de fuite que leur donne un Oiseau aussi craintif et que sa haute taille prédispose déjà au rôle de sentinelle.

L'Autruche se nourrit principalement de substances végétales, mais non exclusivement. En captivité, elle avale tout ce qu'elle trouve : un morceau de brique, un morceau d'étoffe de couleur, une pierre qu'on lui jette, voire même un morceau de chaux vive. Quand il était à Khartoum, Brehm a vu plusieurs fois son trousseau de clefs avalé par une autruche; on le trouvait, d'ailleurs, régulièrement dans les excréments.

Berchon, en disséquant une Autruche, a trouvé dans son estomac $4^{kg.},228$ de : sable, étoupe, linge, morceaux de fer, pièces de billon anglaises, une charnière en cuivre, deux clefs de fer, dix-sept clous de cuivre, vingt clous de fer, balles en plomb, boutons, sonnettes, gravier, etc.

Verreaux a possédé une Autruche qui avala en même temps un gros morceau de savon et un bougeoir de cuivre.

A l'occasion, l'Autruche mange aussi de petits Vertébrés. On ne peut cependant pas dire que l'Autruche soit vorace. Elle paraît gloutonne sans l'être réellement. Elle boit chaque jour beaucoup d'eau.

A l'époque des amours, on ne trouve jamais plus de quatre ou cinq Autruches ensemble, un mâle et trois ou quatre femelles. Selon Lichtenstein, toutes les femelles pondent dans le même nid, qui n'est qu'une dépression circulaire à peine creusée dans le sol. Tout autour, ces Oiseaux forment avec leurs pattes une sorte de remblai contre lequel ils appuient leurs œufs. Chaque œuf est posé sur sa pointe. Dès que dix à douze œufs sont pondus,

les Autruches se mettent à couver en se relayant : les femelles couvent le jour, le mâle couve la nuit. Celui-ci défend les œufs contre les chacals et les chats sauvages : un coup de leurs pattes suffit pour assommer un de ces animaux.

Les femelles continuent à pondre, même après que le nid est complètement rempli. Ces derniers œufs sont une réserve de jeunes Autruches, qui, lorsqu'elles éclosent, ont la taille du coq, et dont l'estomac délicat ne peut encore supporter la nourriture des adultes.

Les Autruches, dit Brehm (1), cherchent à cacher l'endroit où est leur nid. Elles n'y courent jamais directement, mais elles y arrivent en décrivant de longs circuits.

C'est en hiver que l'on trouve le plus de nids d'Autruche, d'après Lichtenstein ; mais en toute saison on voit des nids et des œufs féconds.

Selon Brehm, le mâle couverait seul ; la saison des amours aurait lieu au printemps. Les œufs sont couvés pendant la nuit ; le jour ils sont abandonnés pendant plusieurs heures, après avoir été recouverts de sable.

Le œufs d'Autruche varient beaucoup sous le rapport du volume, mais nul Oiseau actuel n'en pond d'aussi gros. Ils pèsent, en moyenne, 1 kilogr. 442 gr., soit le poids de 24 œufs de poule. Le jaune en est très savoureux, mais ne vaut pas celui des derniers.

A un jour, le corps des petites Autruches est recouvert de piquants comme ceux du Hérisson ; à deux mois, ils font place à la livrée grise de la femelle ; à trois ans, le mâle prend les plumes noires et est apte à se reproduire.

L'Autruche est, depuis des siècles, l'objet de chasses très actives. Nous ignorons comment les Romains s'y prenaient pour capturer les quantités fabuleuses d'Autruches qu'ils faisaient paraître dans leurs arènes, et dont la

(1) Brehm. *La vie des animaux illustrée,* etc. Cité plus haut.

cervelle figurait sur la table des riches comme un des mets les plus exquis.

Malgré leur timidité naturelle, les Autruches, prises jeunes, s'apprivoisent si complètement qu'elles ne le cèdent pas, sous ce rapport, aux races domestiques les mieux apprivoisées. Dans l'intérieur de l'Afrique, tous les gens riches ont chez eux des Autruches comme animaux d'agrément, et des fermiers des environs du Cap en élèvent et les laissent pâturer en liberté sans qu'elles essaient de fuir; dans le Sahara, l'Autruche est également élevée en liberté.

Les Autruches élevées par l'homme se reproduisent.

Dans plusieurs contrées de l'Afrique, les indigènes se nourrissent de la chair, de la graisse et des œufs de l'Autruche; ils recueillent ses plumes dans un but de spéculation. Les œufs d'Autruche servent aussi de vases ou d'ornements.

A Sebdou, dit Gosse, le prix d'une dépouille d'Autruche est de 60 francs; à Géryville, elle vaut 100 francs; à Laghouat, 125 à 150 francs.

Un industriel du Cap, qui exploite les Autruches vivantes pour leurs plumes, prétend retirer, chaque année, de chaque Autruche mâle, 2250 francs.

On monte aussi les Autruches; cet emploi était connu des Romains.

Les *Casuaridæ* sont les Casoars ; les *Dinornithidæ,* les Moas de la Nouvelle-Zélande; et les *Apterygidæ,* les Aptéryx ou Kiwis.

Les *Apterygidæ* sont des nains parmi les *Ratitæ*. Leurs ailes consistent en un court moignon dépourvu de rémiges. Ils ont un bec long et mince à l'extrémité duquel se trouvent les narines. Ils ont quatre orteils.

L'Aptéryx fut découvert en 1812 par Barclay à la Nouvelle-Zélande. Ses plumes sont simples, pendantes, lâches.

L'Aptéryx est un Oiseau nocturne; il est insectivore. Il

vit par paires. Il court et saute avec une rapidité surprenante. L'Aptéryx austral a la taille d'une poule.

Après l'homme, les chiens et les chats sont les ennemis les plus redoutables de l'Aptéryx. Les indigènes l'attirent en imitant ses cris, dit Hochstetter; ils l'éblouissent par la lueur de leurs torches et le prennent avec la main, ou le tuent à coups de bâton.

La femelle de l'Aptéryx ne pond qu'un œuf, et elle le couve alternativement avec le mâle. L'œuf de l'Aptérix est très grand relativement à la taille de l'Oiseau : il pèse le quart du poids de la mère.

Il n'est pas difficile de tenir des Aptéryx en captivité. On les nourrit de viande de mouton finement hachée et de vers de terre. Ils mangent chaque jour une demi-livre de viande environ.

Il y a trois espèces d'Aptéryx : l'Aptéryx austral, l'Aptéryx de Mantell et l'Aptéryx d'Owen.

L'*Aptéryx austral* a un plumage brun ferrugineux.

L'*Aptéryx de Mantell* a un plumage plus foncé et plus rouge. Des poils longs et soyeux couvrent sa tête.

L'*Aptéryx d'Owen* est plus robuste que les précédents.

Passons à *Hesperornis*. C'était un véritable Oiseau aquatique et son aspect devait sans doute être très analogue à celui du Plongeon. Toutefois, l'absence complète d'ailes, même à l'état de moignons, indique qu'il passait probablement sa vie entière dans l'eau, sauf peut-être lorsqu'il se rapprochait des rivages au temps de la ponte. Dans la mer tropicale et peu profonde qui s'étendait, à l'est, depuis les Montagnes Rocheuses jusqu'à une distance de plus de cinq cents milles et dont les limites septentrionale et méridionale sont inconnues, il devait y avoir une grande quantité de poissons, nourriture vraisemblablement de l'*Hesperornis*. Cet Oiseau, en effet, en raison de la structure des pieds, était un admirable plongeur. D'autre part, son long cou, susceptible d'une flexion

rapide, et ses longues mâchoires grêles armées de dents tranchantes et recourbées, étaient des instruments bien appropriés à la capture des poissons les plus agiles. Et comme les deux rameaux de la mandibule d'*Hesperornis* n'étaient point soudés au menton, mais seulement reliés par du cartilage, comme chez les serpents, le pouvoir d'avaler ne devait le céder en rien au pouvoir de prendre.

Les dents d'*Hesperornis,* dit Marsh (1), indiquent, à ne pas s'y méprendre, qu'il était carnivore et descendait de voraces ancêtres reptiliens.

Le savant professeur de Yale College ajoute que l'Oiseau crétacé était une sorte d'Autruche dentée, carnivore et adaptée pour nager.

Les dents d'*Hesperornis* étaient de vraies dents, ayant tous les caractères de celles des Reptiles : dentine, émail, cavité de la pulpe, dents de remplacement, etc. Elles étaient implantées dans une gouttière comme chez l'Ichtyosaure. Dans la mâchoire supérieure, il n'y en avait que dans le susmaxillaire, le prémaxillaire étant complètement édenté. Dans la mâchoire inférieure, au contraire, elles s'étendaient jusqu'au menton.

Comme nous l'avons dit plus haut, les ailes d'*Hesperornis* étaient représentées par l'humérus seul, et encore celui-ci était-il rudimentaire. Les autres os de l'extrémité antérieure ont disparu, car l'extrémité libre de l'humérus finit en stylet, au lieu de présenter une surface articulaire.

Le pied d'*Hesperornis* ressemble tout à fait à celui du Grèbe *(Podiceps).* Le nombre des orteils est le même, comme celui des phalanges aussi.

Hesperornis mesurait environ $1^{m},80$ de la pointe du bec à l'extrémité des orteils.

Hesperornis avait douze véritables vertèbres caudales,

(1) P. C. Marsh. *Odontornithes : A Monograph on the Extinct Toothed Birds of North America.* New-Haven. 1880.

plus que n'en aurait aucun Oiseau actuel, d'après M. Marsh. Les premières vertèbres de la queue sont courtes, avec de hautes apophyses épineuses et des apophyses transverses modérées. Les vertèbres caudales de la région moyenne et postérieure ont, inversement, des apophyses transverses très longues et horizontales indiquant des mouvements latéraux très restreints. Par contre, on voit immédiatement que les mouvements verticaux étaient fort étendus et devaient être d'un grand secours pour plonger. La queue d'*Hesperornis* rappelle celle du Castor. Était-elle aussi nue ? Il est possible qu'elle a été privée de plumes, mais il est plus probable, selon M. Marsh, qu'elle était armée de rectrices longues et raides comme chez l'Anhinga.

Ici s'arrête ce que nous avions à dire du vol chez les Vertébrés. Non pas que le sujet soit épuisé, quoique nous y ayons consacré une centaine de pages. Il pourrait faire la matière de nombreux volumes. Mais il faut savoir se borner. Quoique nous ne prétendions à aucune originalité pour les divers renseignements que nous avons réunis dans cet article, nous espérons qu'ils n'auront pas été absolument sans intérêt, ou sans utilité, pour les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques*.

L. Dollo.

L'ASSYRIOLOGIE DEPUIS ONZE ANS

1878-1889

Les travaux dont j'entreprends de rendre compte, dans la mesure de mes forces, n'embrassent qu'une partie, mais la partie de loin la plus importante, des inscriptions cunéiformes. Je laisse de côté les inscriptions persanes et arméniennes, les inscriptions anzaniennes, appelées aussi protomédiques et néo-susiennes (1), de même que les inscriptions de Mal-Amir aux frontières du Parsistan, qui constituent, abstraction faite des textes persans, autant de domaines encore très obscurs, et ne forment néanmoins toutes ensemble qu'une somme de documents peu considérable. Voulant me restreindre davantage, je laisse de côté les essais d'application de l'assyriologie à l'histoire et à la géographie anciennes (2); je m'occupe de la découverte et de la publication des textes, ainsi que des travaux de philologie pratique (3). Et encore dois-je me contenter

(1) Voir F. H. Weisbach, *Ueber die Achämenideninschriften zweiter Art* (Leipzig, 1889), pp. 22-24.

(2) Je m'occuperai ailleurs de la *Geschichte Babyloniens und Assyriens* de Fritz Hommel, Berlin, 1885-1888, qui repose tout entière sur l'étude personnelle des sources.

(3) Je laisse à de plus aptes l'appréciation des travaux sur la langue assyrienne au point de vue d'une phonétique subtile et de la grammaire comparée.

d'une esquisse rapide, à cause de la multiplicité des travaux qui ont surgi durant les dernières années (1).

Pour éviter les malentendus, je déclare que, dans la première partie de ce rapport, je parle toujours de l'assyrien et des travaux assyriologiques proprement dits, c'est-à-dire, relatifs aux monuments de la langue sémitique commune à l'Assyrie et à la Babylonie. Je dis *toujours,* à moins que je ne fasse observer qu'il est question de l'accadien ou sumérien, regardé par la plupart des savants comme un idiome à part et la langue primitive de la Babylonie et de la Chaldée. J'avertis aussi qu'en ce point, je me conformerai aux idées les plus généralement reçues; je parlerai de l'accadien comme d'une langue; je nommerai bilingues les textes rédigés à la fois en assyrien et en accadien, bien que, à mon avis, l'opinion de M. Halévy, embrassée par Guyard, ainsi que par MM. Fried. Delitzsch

(1) Je me trouvais dans des conditions fort différentes, en 1878, quand j'écrivais le mémoire intitulé : *Les inscriptions historiques de Ninive et de Babylone, aspect général de ces documents, examen raisonné des versions françaises et anglaises* (Paris, Leroux, 1879). On s'était surtout appliqué jusqu'alors à élucider les annales des rois, et je m'attachai exclusivement à cette classe de monuments, la plus intéressante pour les lecteurs que j'avais spécialement en vue, et aux ouvrages qui, tout en ayant un certain caractère de vulgarisation, n'en étaient pas moins en ce temps-là consultés journellement par les assyriologues.

M. Fritz Hommel, qui, jusque dans ces derniers mois, a toujours parlé de nous en fort bons termes, et avait même rendu compte de notre publication avec bienveillance dans les *Beilagen zur Allgemeine Zeitung*, 1880, p. 161, l'a appréciée d'une façon fort désagréable en 1885, dans le premier fascicule de sa *Geschichte Babyloniens und Assyriens*, p. 143. Il prétend que j'étais à cette époque si peu au courant des travaux assyriologiques des savants allemands que je n'ai pu en citer qu'un seul et incidemment. Je réponds : 1° que je me suis fait une règle de ne citer qu'à propos, et jamais dans le but unique de montrer que je connais tel ou tel ouvrage; 2° que l'Allemagne n'avait publié jusqu'alors aucune œuvre du genre auquel je m'attachais de préférence ; 3° que malgré cela, M. Bezold *(Literatur*, p. 66), répondant pour nous à M. Hommel, a relevé dans mon mémoire des citations qui prouvent que j'étais au courant des publications allemandes jusqu'à la fin de 1878, c'est-à-dire, jusqu'au moment où l'on imprimait ces pages si maltraitées par M. Hommel. Je ne puis m'expliquer que d'une seule manière le langage de ce dernier : M. Hommel se sera exprimé sur mon mémoire sans le relire et en se fiant à des souvenirs trop anciens.

et Pognon, d'après laquelle l'accadien ne serait que de l'assyrien exprimé dans un système graphique particulier, mérite d'être prise en sérieuse considération. Je traiterai le sujet dans la seconde partie, exclusivement consacrée aux études accadiennes.

Mon but étant de retracer le mouvement de cette double série d'études, d'en apprécier les progrès durant les onze dernières années, et de caractériser la phase qu'elles traversent en ce moment, on n'exigera pas que je m'occupe en particulier des travaux d'importance secondaire disséminés pour la plupart dans de nombreux recueils ; je puis et je dois même, à moins de tomber dans la confusion, m'en tenir aux œuvres principales. Pour le reste, il me suffira d'indiquer, comme je vais le faire ci-après, les principales sources de renseignements.

On trouve la bibliographie des travaux assyriologiques, de toute étendue et de toute valeur : année par année, de 1876 à 1883, dans la *Bibliotheca orientalis* de Friderici ; trimestre par trimestre, de 1884 à 1886, dans le *Literatur-Blatt für Orientalische Philologie* d'Ernest Kuhn, remplacé, pour la partie bibliographique, depuis le commencement de l'année 1887, par l'*Orientalische Bibliographie* d'Auguste Müller ; pour 1884 et 1885, dans la *Zeitschrift für Keilschriftforschung* de Fritz Hommel, à laquelle a succédé en 1886, sous un titre mieux réussi, la *Zeitschrift für Assyriologie* de Charles Bezold. — Le *Polybiblion*, par sa partie technique, supplée souvent ces recueils pour les publications séparées, et jusqu'à un certain point pour les revues.

En dehors du simple relevé bibliographique, qui a bien son utilité, nous trouvons une source de renseignements dont on exagérerait difficilement la valeur, dans l'ouvrage de M. Ch. Bezold qui a paru en 1886 sous le titre de : *Coup-d'œil rapide sur la littérature babylonio-assyrienne* (1).

(1) *Kurzgefasster Ueberblick ueber die Babylonisch-Assyrische Literatur.* Leipzig, 1886.

L'auteur traite de tous les textes assyriens connus. Il en mentionne les éditions successives, quand ils sont entrés dans le domaine public. Il en fait connaître les versions, même partielles, ainsi que les commentaires dont ils ont été l'objet dans les divers ouvrages, à partir des premiers tâtonnements de l'assyriologie. Mais il s'abstient de juger, à moins qu'il ne puisse exprimer sa pensée en un mot, ou qu'il ne veuille protester contre une injustice manifeste.

Le livre est d'un usage fort commode, grâce à la division et à la subdivision de la masse des documents, suivant leur contenu. Les inscriptions historiques sont rangées, autant que faire se peut, dans l'ordre des règnes. On trouve de plus, à la fin du volume, une table où les pièces sont indiquées dans l'ordre des différents recueils, depuis Botta jusqu'à de Sarzec, avec l'indication des endroits qui s'y rapportent dans le corps de l'ouvrage. La table omet les nombreux textes juridiques que le P. Strassmaier a publiés, avant 1886, dans les Actes des congrès de Berlin et de Leyde, mais un index spécial, consacré à 1500 tablettes du British Museum, et les renseignements généraux faciles à trouver dans le corps de l'ouvrage, la suppléent pour cette partie.

L'index désigne les tablettes par leur numéro d'ordre dans les collections de Londres; il indique avec précision et complète les renseignements du livre sur chacune d'elles, il renvoie pour les textes partiellement publiés aux ouvrages qui en donnent des fragments. A l'aide de l'index, on reconstituerait en grande partie, parfois même peut-être en entier, beaucoup de pièces inédites, citées par extraits dans le grand vocabulaire assyrien du Père Strassmaier.

M. Bezold a rendu un service éminent même aux plus forts assyriologues par cet ouvrage, fruit des recherches patientes de neuf ans. Il faut dire aussi qu'il a été soutenu dans sa tâche par le bienveillant concours de M. Oppert, de M. Pinches, et de presque tous les assyriologues allemands.

1re PARTIE

ÉTUDES ASSYRIENNES PROPREMENT DITES

§ 1

Textes découverts et publiés. — Travaux sur les textes.

Dans la première partie, je traiterai d'abord de la découverte, de la publication et de l'exégèse des textes; puis des travaux relatifs au système graphique; enfin des ouvrages grammaticaux et lexicographiques. Mais cet ordre, à cause du caractère mixte de beaucoup de publications, ne saurait, sous peine de redites fatigantes, être absolument rigoureux.

Bien que cette première partie ait pour objet propre les études assyriennes, j'ai cru convenable de comprendre l'accadien aussi bien que l'assyrien dans l'énumération des textes découverts et publiés. Il va sans dire que nous ne pouvions scinder les études sur les textes bilingues. Mais nous remettons à la seconde partie d'en traiter au point de vue accadien.

Parmi les monuments dont s'est enrichie la littérature assyrienne dans le cours des dix dernières années, une place d'honneur revient de droit aux inscriptions exhumées des décombres de Tell-Loh, dans la basse Babylonie, par M. de Sarzec, vice-consul de France à Bassorah, et reproduites à l'héliogravure par M. Dujardin, dans le grand ouvrage que M. de Sarzec publie en ce moment sur les découvertes de Tell-Loh avec la collaboration de M. Heuzey, conservateur des antiquités orientales au musée du Louvre (1).

(1) *Découvertes en Chaldée*, par Ernest de Sarzec, consul de France à Bagdad, correspondant de l'Institut. Publié par les soins de Léon Heuzey, membre de l'Institut, conservateur des antiquités orientales. In-f°, Paris,

Ces documents ont une valeur unique pour l'histoire, la philologie et la paléographie babyloniennes. Très étendus, si on les compare aux autres inscriptions du même genre, ils datent d'une époque qui rivalise avec la haute antiquité égyptienne; ils appartiennent en général à la classe des inscriptions historiques accadiennes, unilingues, connue par d'assez nombreux spécimens, mais coulés tous, à peu d'exceptions près, dans une même formule de sept ou huit mots. Enfin, ils sont écrits en caractères archaïques souvent très nets, ce qui donne l'idée juste d'une forme primitive des lettres assyriennes, et fait remonter d'un degré l'échelle de leurs transformations successives. Les maigres échantillons de l'écriture de Tell-Loh connus avant les découvertes de M. de Sarzec ne suffisaient pas à cet effet.

Il a été très intéressant de constater que sur les statues de Tell-Loh, les caractères cunéiformes, contrairement à l'usage qui se généralisa postérieurement, ne procèdent point de gauche à droite, sur des lignes horizontales qui suivent une marche descendante, comme dans nos livres, mais de haut en bas, sur des lignes verticales, qui se juxtaposent de droite à gauche. Cette disposition primitive, soupçonnée depuis longtemps, rappelle beaucoup mieux les images qui ont donné naissance aux caractères cunéiformes. Pour voir les lignes qui recouvrent les statues de Tell-Loh sous le même aspect que les écritures cunéiformes des siècles plus rapprochés, il faut leur faire faire un quart de tour de droite à gauche, en les maintenant parallèles. De cette façon, les caractères se liront de

1887-89. Deux livraisons ont paru. L'ouvrage contient la description des fouilles par M. E. de Sarzec, pp. 1-74, et la description des monuments par M. Léon Heuzey, pp. 75-144. La seconde partie est incomplète, et sera achevée dans la troisième livraison. Les deux premières livraisons sont accompagnées chacune de vingt planches, de même format que le texte. Elles figurent des statues (sous différentes faces, afin de reproduire tout le texte qui les couvre), une foule de fragments avec inscriptions, le texte, malheureusement presque illisible, de deux grands prismes en terre cuite, etc., etc.

gauche à droite, sur une nouvelle base, et les lignes se suivront de haut en bas.

Deux assyriologues français, M. Amiaud de l'École des hautes études, et le P. Méchineau, S. J. ont déjà utilisé les monuments de Tell-Loh dans leur *Tableau comparé des écritures babylonienne et assyrienne,* dont nous parlerons plus loin.

Les inscriptions de Tell-Loh exigeront, pour être comprises, des études longues et patientes. Avec toute la sagacité possible, même en s'en tenant aux plus lisibles, on n'a pu en donner jusqu'aujourd'hui que des lectures et des interprétations provisoires. Cela tient à ce que les textes accadiens, relativement longs, s'y présentent dépourvus d'une rédaction assyrienne parallèle ; car notre connaissance de l'accadien est fort restreinte, et lorsqu'un texte un peu long exprimé dans cette écriture n'est pas accompagné d'une rédaction assyrienne, les plus habiles ont peine à en saisir le sens général. Aussi verrait-on avec regret MM. de Sarzec et Heuzey exécuter le dessein qu'ils annoncent d'ajouter à leur publication le commentaire des textes par les assyriologues. Leur livre a sa valeur propre et définitive, indépendante des interprétations, qui seront mieux placées dans les recueils destinés à en recevoir les premières ébauches et les perfectionnements successifs. Dans notre seconde partie, réservée aux études accadiennes, nous reviendrons sur les essais d'interprétation dejà publiés.

Tandis que M. de Sarzec dotait le musée du Louvre d'une collection si remarquable, les fouilles dirigées par M. Rassam en Assyrie et en Babylonie procuraient au British Museum des milliers de documents nouveaux. Il faut noter surtout un certain nombre de pièces qui, jointes aux monuments découverts par M. de Sarzec, forment un fonds considérable pour l'étude de l'antiquité babylonienne, enveloppée jusqu'ici dans l'obscurité ; d'autres contenant

des données décisives pour l'identification des villes célèbres de Kuta et Sippara avec les monceaux de décombres qui les représentent aujourd'hui ; une foule de ces documents commerciaux et juridiques dont on commence à apprécier la valeur, mais dont l'exégèse fait peu de progrès ; 1400 petites tablettes ou fragments de tablettes, ayant jadis fait partie de la bibliothèque d'Assurbanipal (1). Enfin le British Museum, par l'habileté de M. Budge, a obtenu sa bonne part des monuments assyriens de Tell el-Amarna, c'est-à-dire, de ces lettres adressées, vers le XVe siècle avant Jésus-Christ, par les princes et les chefs mésopotamiens et syriens, aux rois d'Égypte Aménophis III et Aménophis IV, lettres curieuses et remplies de renseignements sur les relations des Pharaons avec les principautés asiatiques (2).

Le British Museum se trouve pour ainsi dire accablé de ses richesses. Il recèle dans ses dépôts environ 50 000 inscriptions ou fragments notables d'inscriptions cunéiformes, dont une minime partie seulement (environ 3000, mais parmi elles les plus grandes) a été publiée. M. Bezold y est occupé pour le moment à un travail de classement et à la confection d'un catalogue provisoire, muni d'indications destinées à guider les savants qui ont assez de loisirs et se sentent assez de courage pour s'appliquer au rude labeur de la paléographie assyro-babylonienne.

C'est naturellement du British Museum qu'est sortie l'immense majorité des textes édités durant les onze dernières années.

M. Pinches a publié, sous le contrôle de sir Henri

(1) Voir Hormuzd Rassam, *Recent Discoveries of Ancient Babylonian Cities*, publié en 1883 dans les TRANSACTIONS OF THE SOC. OF BIBL. ARCH., t. VIII, p. 172-197, et dans le même volume, pp. 164-171, Th. Pinches, *The Antiquities found by Mr. H. Rassam at Abu-Habba* (Sippara) ; Hommel, *Geschichte Babyloniens und Assyriens*, pp. 126-131. M. Hommel, *op. cit.*, pp. 58-134, retrace d'une manière très savante et très intéressante la marche parallèle de la découverte et du déchiffrement des inscriptions cunéiformes, persanes et assyro-babyloniennes.

(2) Voir dans les livraisons de janvier et de juillet, nos deux articles intitulés : *La Trouvaille de Tell el-Amarna* et *Les inscriptions de Tell el-Amarna.*

Rawlinson, le cinquième et dernier volume de la collection lithographique des *Cuneiform Inscriptions of Western Asia* (1). Avec une sûreté de lecture et de reproduction généralement reconnue, le savant employé du British Museum a mis à la portée de tous les assyriologues des textes du plus haut intérêt. Sans parler d'une nouvelle édition du grand cylindre d'Assurbanipal, rendue plus complète par l'usage d'un exemplaire fort bien conservé, découvert par M. Rassam, le volume renferme quantité de documents historiques qui ajoutent beaucoup aux connaissances acquises précédemment, comme l'inscription de Cyrus relative à la prise de Babylone par les Perses, et le cylindre de Nabonide, qui renseigne sur les démêlés de Cyrus et d'Astyage, en même temps qu'il révèle la haute antiquité de la monarchie babylonienne. Les documents historiques, si l'on y comprend une tablette relative au rituel du temple du Soleil à Sippara, deux planches formant un recueil de dépêches adressées aux rois et une espèce de charte de donation émanant d'un prince babylonien, occupent les deux cinquièmes de la publication. Le reste est rempli par des documents de nature évidemment grammaticale, documents bilingues et même trilingues, suivant l'opinion la plus accréditée, par d'autres pièces également bilingues qui semblent rédigées dans un but grammatical, par des hymnes, des contrats, et quelques textes astronomiques. La plupart des documents transcrits étaient inédits ; quelques-uns d'entre eux avaient été publiés précédemment, mais d'une manière moins complète et moins correcte.

M. Pinches a commencé ensuite, aux frais de la Société d'Archéologie Biblique de Londres, la publication d'un

(1) En 1880 et 1885, en deux fascicules de 35 planches chacun, sous le titre particulier de *A selection from the miscellaneous inscriptions of Assyria*. Je sais que le British Museum a fait présent de ce magnifique volume et des précédents à bon nombre d'assyriologues. Il les a même donnés en réalité à ceux qui les ont achetés, au prix vraiment fictif de 25 fr.

nouveau recueil, autographié. Le premier cahier seul a paru, en 1882 (1). Il ne contient que des pièces provenant de la bibliothèque royale de Ninive. Il se compose de lettres et de dépêches, d'une longue liste de présages, et de documents divers. — On doit à l'activité du même paléographe une foule d'autres pièces (imprimées) de divers genres, qui ont enrichi les *Transactions* et les *Proceedings* de la Société d'Archéologie Biblique. Mentionnons spécialement le nouveau récit, plein de variantes instructives, des campagnes de Salmanasar II jusqu'à sa neuvième année, gravé sur les portes monumentales découvertes par M. Rassam à Balawat, à l'est de Ninive (2); la tablette babylonienne relative à la conquête de Babylone par Cyrus et aux événements qui l'ont précédée (3); le fragment, très important malgré sa brièveté et ses lacunes, où Nabuchodonosor parle d'une campagne entreprise contre l'Égypte la trente-septième année de son règne (4); des portions considérables d'une liste des rois de Babylone à partir du vingtième (?) jusqu'au milieu du septième siècle avant notre ère (5); une édition également imprimée du *Chronicum Babylonicum* dans le Journal Asiatique de Londres (6). Tous ces textes sont accompagnés de traductions et de commentaires.

On assure que M. Pinches s'occupe d'une seconde édition corrigée du tome IV des *Cuneiform Inscriptions of Western Asia*. Puisse la révision s'étendre au deuxième tome du même recueil, où il est si facile de s'égarer à cause des nombreuses fautes d'impression qui dépaient les textes. Actuellement, on n'obvie à cet inconvénient qu'avec assez de patience, en recourant au vocabulaire du P. Strassmaier où l'on retrouve presque tout le volume,

(1) *Texts in the Babylonian Wedge-Writing autographed from the original documents.* Part I.
(2) *Transactions*, t. VII, 1re partie, 1880, pp. 83-118.
(3) *Ibid.*, pp. 139-176.
(4) *Ibid.*, 2e partie, 1882, pp. 210-225.
(5) *Proceedings*, mai 1884.
(6) New series, t. XIX, 1887, pp. 625-654.

par parcelles disséminées, avec des additions et des corrections dignes de toute confiance.

Comme M. Pinches a encore une longue carrière devant lui et qu'il a libre accès aux collections inépuisables du British Museum, on peut juger par ses travaux actuels de ce qu'il est appelé à nous donner un jour.

L'Angleterre est du reste fort libérale de ses trésors archéologiques ; les savants de toutes les nations sont admis à en jouir. Le P. Strassmaier y puise à pleines mains depuis onze ans. C'est presque uniquement au British Museum qu'il a transcrit les milliers de textes qu'il est en train d'éditer.

Notre savant confrère a débuté en 1882 par la publication des *Contrats de Warka,* insérés au tome Ier des Actes du congrès des orientalistes tenu l'année précédente à Berlin (1). Il a rendu un service signalé en transcrivant avec une peine infinie ces 85 textes, tracés en caractères babyloniens archaïques d'une très grande variété de formes sur des tablettes d'argile qui se désagrègent de jour en jour, et ne formeront bientôt plus qu'un amas de fragments illisibles. C'était le cas, ou jamais, de dire qu'une publication était urgente.

Les originaux étaient gravés sur des tablettes doubles, l'une renfermant l'autre en manière d'enveloppe. Le P. Strassmaier reproduit souvent les deux copies, pour les compléter autant que possible et pour en conserver les variantes. A la suite des contrats de Warka, il transcrit une demi-douzaine de documents babyloniens plus récents, parmi lesquels le célèbre cylindre d'Antiochus, en vue de rapprochements paléographiques. — La lecture des

(1) *Die altbabylonischen Verträge aus Warka.* Introduction et vocabulaire (pp. 316-363 du tome cité) suivi des textes dans le caractère original (144 pages, petit in-8°). — Warka (en assyrien *Uruk,* en hébreu *Erech)* est situé près de l'Euphrate, sur la rive gauche, à 160 kilomètres en aval de Babylone.

inscriptions est rendue moins difficile par un vocabulaire où les mots, transcrits en caractères latins, se présentent suivant l'ordre de l'alphabet sémitique, avec de nombreuses citations et références.

L'édition des contrats de Warka est autographique, comme celle des autres textes publiés par le P. Strassmaier.

Jusqu'ici les contrats de Warka ont eu peu d'attraction pour les assyriologues ; d'après mes souvenirs, M. Hommel seul a essayé de traduire deux ou trois de ces inscriptions. Outre les complications de l'écriture, « une difficulté de ces textes, dit le P. Strassmaier, c'est la langue. A en juger par les noms propres qui frappent tout d'abord, parce qu'ils sont exprimés phonétiquement (1), on croirait que la langue est sémitique, et qu'elle n'est autre que celle des inscriptions de Nabuchodonosor. Longtemps j'ai penché vers cette opinion. Dans ce cas, j'aurais considéré les expressions sumériennes comme des idéogrammes, conformément à l'usage des Assyriens dans les inscriptions historiques. Je me sentais confirmé dans cette vue par des considérations paléographiques. Les formes les plus compliquées des signes assyriens me paraissaient relativement modernes, et je croyais trouver une justification de mon opinion, déjà ancienne, dans le cylindre d'Antiochus, qui date de l'année 293 avant J.-C. Cependant, comme la paléographie et l'archéologie ancienne assignent à tous ces textes (de Warka) la même date, l'époque de Hammurabi, antérieure au douzième siècle avant notre ère, il semble plus probable qu'ils cachent une langue unique, qui serait le babylonien primitif (le sumérien ou accadien). Je le crois d'autant plus que si l'on excepte les noms propres, la plupart de nos inscriptions ne renferment pas un seul mot sémitique. Il serait en effet très surprenant de ren-

(1) C'est-à-dire en caractères exprimant les syllabes.

contrer une inscription (assyrienne) rédigée tout entière en idéogrammes, et d'y voir de plus quelques noms propres ainsi rendus. Il est vrai que plusieurs contrats, surtout parmi ceux qui datent de Hammurabi, sont rédigés en pur sémitique comme les autres inscriptions du même règne (1). »

Le P. Strassmaier, cité jusqu'ici, relève des faits intéressants ; mais ses conclusions pourraient être discutées.

Deux choses surtout sont à noter :

1° Parmi les contrats de Warka, les uns sont décidément rédigés en langue assyrienne ; les autres sont rendus en sumérien ou accadien.

2° Les noms propres, à fort peu d'exceptions près, sont exprimés phonétiquement, c'est-à-dire en toutes syllabes, aussi bien dans les textes assyriens que dans les sumériens ; leur lecture est certaine, et ils se révèlent comme sémitiques. On doit donc avoir affaire à un peuple sémitique ou complètement sémitisé.

Si le sumérien est une langue à part, voilà donc une nation qui paraît bien homogène, et qui use indifféremment de deux langues dans ses transactions privées. Cela est-il vraisemblable ? Il vaut la peine d'y réfléchir, car après tout, un texte assyrien qui se meut, comme les contrats, dans une ornière de formules traditionnelles, se rendrait sans trop de difficulté, sans cesser d'être assyrien, dans le système graphique sumérien, que les historiographes de Ninive et de Babylone s'oublient si souvent à employer dans leurs rédactions sémitiques. Bien plus, le P. Strassmaier lui-même lit en assyrien une phrase exprimée graphiquement tout entière dans le système sumérien (2). Quelque obscurs qu'ils soient, les monuments, exhumés des ruines de Warka par Loftus, pourraient donc jeter du jour sur la question sumérienne, et ce n'est pas là leur côté le moins intéressant. — Dans ces observa-

(1) *Op. cit.*, pp. 319-320.
(2) Page 336, sous le mot *khul*.

tions, nous avons un peu empiété sur la seconde partie de notre travail, à cause du caractère spécialement équivoque des textes de Warka, et pour justifier dès l'abord notre attitude réservée dans la question accadienne.

Les inscriptions commerciales combinées avec les documents judiciaires, dont deux sont déjà compris sous la rubrique trop générale de *contrats de Warka*, révéleront beaucoup de détails de la vie sociale en Babylonie et en Assyrie. Ils aideront à définir les différentes classes de citoyens et l'état des personnes, notamment des esclaves, les lois régulatrices des transactions diverses, la forme des procès et des jugements, le système des poids et des mesures, la valeur des immeubles, l'état de l'agriculture, etc. Le peu que l'on comprend de ces choses laisse déjà deviner une civilisation plus avancée qu'on ne se l'était imaginé. Mais c'est à des monuments plus récents et moins rebutants que les grimoires de Warka, qu'on sera redevable de ces connaissances encore très bornées aujourd'hui.

Il faut ranger parmi les monuments d'un âge relativement moderne, puisqu'ils datent de Nabuchodonosor et de ses successeurs jusqu'à Darius Ier, les textes commerciaux et juridiques donnés en 1885, par le P. Strassmaier, dans les Actes du congrès des orientalistes tenu à Leyde deux années auparavant (1). Les pièces autographiées, au nombre de 182, y compris une longue inscription historique de Nabonide, publiée aussi par M. Pinches dans le tome V des *Cuneiform Inscriptions of Western Asia*, occupent 176 pages grand in-8°. Trente-trois pièces ont été copiées au musée de Liverpool; la plupart des autres, au British Museum. La langue des textes est sans exception l'assyrien. Une introduction résume le contenu de chaque document, mais avec de fréquents points d'interrogation, qui témoignent d'une grande réserve.

(1) *Die Babylonischen Inschriften im Museum zu Liverpool nebst andern aus der Zeit von Nebukadnezzar bis Darius mit Wörterverzeichniss.*

L'introduction est suivie d'un vocabulaire, du genre de celui qui accompagne les contrats de Warka, mais plus développé. Cette partie du travail n'a point paru en entier dans les Actes du congrès, et l'on est fort surpris de la voir interrompue au milieu de la lettre B. Fort heureusement, le P. Strassmaier en a fait l'objet d'une publication spéciale (1). Toutes les expressions et tous les tours de phrase s'y lisent avec leurs variantes, en caractères latins. Grâce à un pareil secours, la lecture des inscriptions devient facile, et le travail d'interprétation générale est préparé jusqu'à un certain point en même temps que des matériaux sont fournis au dictionnaire assyrien.

Le P. Strassmaier, au cours des années 1887-89, a mené à bonne fin deux entreprises beaucoup plus vastes que les précédentes. Il a d'abord publié dans l'ordre des dates autant que les originaux le permettaient, en 640 pages in-8° d'une belle autographie, dans un type cunéiforme assez petit, 1134 contrats et autres documents juridiques datés des dix-sept années du règne de Nabonide, le roi de Babylone renversé par Cyrus (2). Soixante et onze de ces pièces avaient déjà paru dans le recueil de Leyde, mais elles ont été collationnées avec les tablettes originales avant d'être rééditées. Chaque semaine du règne de Nabonide a fourni une ou plusieurs pièces pour le nouveau recueil, qui n'est pourtant pas complet à cause de la confusion qui règne encore dans les dépôts du British Museum, et de la difficulté qui en résulte pour la recherche des pièces.

La publication est enrichie de cinq index, dressés avec la collaboration de M. Bezold.

Le premier index comprend autant de lignes que le

(1) *Wörterverzeichniss zu den Babylonischen Inschriften im Museum zu Liverpool*, etc. Leipzig, 1886.

(2) *Inschriften von Nabonidus, König von Babylon*, von den Thontafeln des Britischen Museums copirt und autographirt von J. N. Strassmaier, S. J. Leipzig, 1889. Publié en 4 fascicules de 1887 à 1889.

recueil compte de tablettes. Les lignes portent chacune la date d'une tablette dans l'ordre chronologique, les notations qui la distinguent au British Museum, et son numéro d'ordre dans l'édition. L'index se trouve ainsi disposé sur trois colonnes verticales, dont celle du milieu suit un ordre dépendant des deux autres. Soixante-dix-sept inscriptions sur lesquelles le chiffre de l'année s'est oblitéré, sont rejetées à la fin de l'index, comme de l'édition elle-même. Celles qui portent l'année et le jour, mais non le mois, sont rejetées à la fin de leur année ; celles qui ont conservé l'année et le mois, sans le jour, sont rangées à la fin de leur mois dans leur année respective. Outre les facilités qu'un pareil index procure pour l'usage du livre, il permet de retrouver sans trop de peine au British Museum une tablette du règne de Nabonide connue par sa date ou son numéro d'ordre dans l'édition du P. Strassmaier.

Le deuxième index énumère les tablettes suivant leurs numéros d'ordre dans la plupart des trente-sept collections d'où elles ont été tirées ; en face de ces numéros sont placés ceux de l'édition. L'index forme deux colonnes dont la première règle la seconde. Avec ces indications, on retrouve dans l'édition les tablettes citées suivant les notations du Musée Britannique.

Le troisième index énumère trente-quatre localités d'où sont datées 434 des tablettes publiées ; celles-ci se trouvant rangées sous leurs localités respectives suivant les numéros de l'édition, à commencer par les chiffres les plus bas. Le nombre total des tablettes étant de 1134, la grande majorité n'indique point les lieux où elles furent rédigées. Le tableau aura néanmoins son utilité. On tirerait sans doute beaucoup de détails instructifs sur Babylone à l'époque de Nabonide, si l'on étudiait à fond les 288 pièces provenant de cette ville. Pour s'en convaincre, il suffit de voir seulement l'usage que nous avons déjà fait de semblables documents dans nos modestes *Travaux hydrauliques en Babylonie*.

Le quatrième index énumère, d'après les inscriptions, dans l'ordre de l'alphabet hébraïque, avec le nom de leur père, et le plus souvent avec le nom ou la profession de leur aïeul, les 271 scribes ou notaires babyloniens qui ont signé les pièces. Il indique de plus les actes où ils figurent.

Le cinquième et dernier index énumère, de la même façon, 848 témoins des transactions diverses dont le recueil a consigné les actes.

L'infatigable éditeur des textes du règne de Nabonide promet un supplément destiné à la reproduction des pièces qui ont échappé à ses premières recherches. Il se propose également de couronner son œuvre par un vocabulaire comme celui qu'il a composé pour les inscriptions des Actes du congrès de Leyde.

Dans l'entre-temps, le P. Strassmaier a publié, avec une égale perfection d'écriture, en 272 pages in-8°, 460 documents juridiques disposés suivant l'ordre des quarante-trois années, des mois et des jours du règne de Nabuchodonosor (1). L'ouvrage est muni des mêmes index que le précédent. Les 234 pièces dont la provenance première a pu être indiquée, sont datées de trente-huit localités (138 de Babylone) dont 28 ne sont pas mentionnées dans les textes de Nabonide. On y voit, malgré les lacunes, les noms de 179 scribes ou notaires et de 588 témoins.

Viennent aussi de la main du P. Strassmaier, dans la *Zeitschrift* de Bezold, en 16 pages in-8°, dix-sept pièces, toutes, à l'exception d'une seule (?), appartenant au genre juridique, et datées de différents règnes des époques persane, macédonienne et parthique, avec la transcription des textes en caractères latins (2) ; dans le même recueil encore, un cylindre de Nabopolassar, père de

(1) *Inschriften von Nabuchodonosor, König von Babylon*, etc. Leipzig, 1889. — Le P. Strassmaier avait édité cinq de ces contrats en 1884, dans la *Zeitschrift für Keilschriftforschung* d'Hommel.

(2) *Arsaciden-inschriften*, dans le recueil cité, t. III, 1888, pp. 129-158.

Nabuchodonosor, avec transcription en caractères latins et traduction ligne par ligne, plus vingt documents juridiques datés du même règne, et neuf datés du faux Smerdis. Les textes de la seconde publication occupent quatorze pages in-8° (1).

On doit encore à la même main l'édition, sur un estampage envoyé de New-York, de l'inscription de Nabuchodonosor traduite par le P. O'Connor, S. J. (2) ; le cylindre de Nabopolassar publié par M. H. Winckler dans la *Zeitschrift* de Bezold, t. II, 1887, pp. 71, 72 ; dans le même volume, pp. 163-178, la Chronique Babylonienne à partir de Tuklatplasar III, jusqu'à Samassumukin, frère d'Assurbanibal, un cylindre de Khammurabi, ancien roi de Babylone, deux cylindres de Nabuchodonosor et de son deuxième successeur Neriglissor, et plusieurs autres pièces, pour servir de base à des études historiques de M. Winckler ; enfin, toujours dans le même tome, huit pages (223-230) de documents juridiques babyloniens, dont M. E.-A. Wallis Budge donne la transcription latine.

Comme prémices de ses travaux paléographiques au British Museum, M. Bezold nous a donné, en types imprimés, dans les *Proceedings* de la Société d'Archéologie Biblique, de mars 1888 à mai 1889, une dizaine de textes, parmi lesquels plusieurs ont une grande importance. Signalons avant tout deux fragments, dont un assez considérable, d'exemplaires nouveaux de la Chronique Babylonienne ; deux cylindres de Nabonide, dont l'un contient une donnée précieuse pour la chronologie babylonienne, savoir, la distance de sept siècles entre les deux

(1) *Inschriften von Nabopolassar und Smerdis*, t. IV, 1889, pp. 106-152.

(2) *Cuneiform Text of a recently discovered Cylinder of Nebuchadnezzar King of Babylon*, from the original in the Metropolitan Museum of art, New-York. Copied, translated and published by J. F. X. O'Connor, S. J. — Woodstock College, 1885. Cf. l'introduction du P. O'Connor, p. 9.

rois de Babylonie, Khammurabi, et Burnaburiyas, un de ses successeurs, qui régna vers le xve siècle avant notre ère; enfin, en huit grandes planches, quatre syllabaires, apportés au British Museum en 1883, de Sippara, actuellement Abu-Habba, à l'ouest de Babylone. Ces textes, et tous les autres publiés par M. Bezold, sauf trois, viennent de Babylonie, comme le cylindre de Nériglissor et un long contrat daté du règne de Samassumukin publiés par M. A. E. Wallis Budge dans le même recueil, janvier 1888.

M. Hugo Winkler, outre les éditions de textes babyloniens dont nous avons parlé plus haut, a donné le premier fascicule de la partie des inscriptions de Tell el-Amarna acquise par le Musée Royal de Berlin. Les copies autographiques sont dues à M. Ludwig Abel. Je n'ai pas encore eu la publication sous les yeux (1), et je ne puis deviner si les pièces publiées par M. Winckler, dans les Bulletins de l'Académie de Berlin (décembre 1888), avec le secours du même calame, et par M. Lehmann, dans la *Zeitschrift* de Bezold (novembre 1888), y ont été reproduites. — M. Budge a donné, en types imprimés, dans les *Proceedings* de la Société d'Archéologie Biblique (juin 1888), une édition provisoire de quatre lettres provenant aussi de Tell el-Amarna et formant une somme notable de textes.

Signalons en passant deux grands résultats de ces découvertes et publications de monuments nouveaux.

Les indications des textes de Tell-Loh, si obscures soient-elles, les dates de tant de contrats nouvellement publiés, la fixation plus ou moins précise des règnes des antiques monarques Naramsin, Khammurabi, Burnaburiyas par les nouvelles inscriptions de Nabonide, les

(1) Winckler-Abel, *Der Thontafelfund von el-Amarna* (Königl. Muzeen zu Berlin, *Mittheilungen aus den orientalischen Sammlungen*, Heft I, 1889), cité par Steindorff, dans les *Beiträge zur Assyriologie* de Delitzsch et Haupt, t. I, p. 330.

synchronismes révélés par les tablettes de Tell el-Amarna, la liste des rois babyloniens publiée par M. Pinches, et l'histoire abrégée de Babylone depuis Teglatphalasar III jusqu'à Samassumukin, c'est-à-dire, du milieu du huitième au milieu du septième siècle avant J.-C., fournissent une grande quantité de matériaux pour la chronologie babylonienne. Elle ne reposait guère auparavant que sur les dates d'un petit nombre de contrats, sans les moyens de contrôle fournis par le P. Strassmaier; sur le document qui a reçu le nom de *Tablette synchronique,* où se trouvent rapportés des conflits et des arrangements survenus entre les rois d'Assyrie et de Babylonie entre le XVe siècle et la fin du IXe siècle ; sur le canon de Ptolémée, document précieux mais n'embrassant qu'une période restreinte ; enfin sur les renseignements épars dans la masse des inscriptions assyro-babyloniennes. Aujourd'hui, les anciennes données combinées avec les nouvelles permettent de reconstituer en grande partie le squelette de l'histoire babylonienne, et l'étude des textes qui s'y rapportent en est devenue plus intéressante et plus instructive. — La découverte des inscriptions de Tell el-Amarna a soulevé des questions intéressantes, et nous a déjà donné une idée des relations que les principautés de l'Asie occidentale entretenaient entre elles et avec l'Égypte, vers le XVe siècle avant notre ère.

Il y a dix ans, dans un rapport analogue à celui-ci (1), nous avons trouvé peu à dire sur les travaux concernant les documents babyloniens ; presque toutes les recherches avaient roulé jusque-là sur le texte assyrien des inscriptions des Achéménides et sur les inscriptions ninivites. Mais actuellement le contraire tend à se produire. Les travaux sur les textes ninivites, dont je m'occupe plus spécialement dans les pages suivantes, datent en grande partie des premières années qu'embrasse l'esquisse

(1) *Les inscriptions historiques de Ninive et de Babylone,* 1879.

actuelle. Encore plusieurs de ces publications, comme celles de Paul Haupt sur l'épopée de Nemrod, et de plusieurs assyriologues sur les documents religieux assyro-babyloniens ne se rapportent-elles à l'Assyrie que comme lieu de provenance directe des documents. Trouvées à Ninive, les pièces sont pour la plupart de simples copies d'originaux babyloniens. Il est vrai d'un autre côté que Fr. Lenormant, malgré la précipitation et les erreurs qu'on lui a reprochées, avait déjà fortement attiré l'attention sur les textes religieux avant l'année 1878, où nous avons essayé pour la première fois de présenter, dans l'ouvrage cité, une espèce de bilan de l'assyriologie, mais dans des limites qui excluaient cette partie de la littérature assyro-babylonienne.

C'est néanmoins sur des textes assyriens ou ninivites proprement dits que s'est exercé M. S. Alden Smith, jeune assyriologue américain qui s'applique en même temps à la publication et à l'étude philologique des textes. Il semble spécialement attiré vers les monuments épistolaires, et nous nous en félicitons; car ils n'étaient connus avant lui que par un petit nombre d'échantillons, exhumés par Georges Smith et M. Pinches des collections du British Museum.

Les lettres et dépêches assyriennes mises à notre disposition par M. S. Alden Smith viennent toutes de Ninive. Elles ont un caractère officiel, à moins qu'on ne veuille ranger parmi les documents privés une lettre du roi Assurbanipal à sa mère et une supplique d'un particulier à la fille du même monarque. Il existe néanmoins au British Museum des correspondances assyriennes du genre familier, très instructives, d'après M. Pinches, qui en a examiné quelques-unes (1). La publication de ces dernières est encore plus à souhaiter, parce qu'en dehors des contrats ou autres documents commerciaux, et des

(2) Voir une communication à la Société d'Archéologie Biblique, dans les *Proceedings*, juin 1885, p. 170.

documents judiciaires, la masse des inscriptions historiques s'occupe trop peu des intérêts privés.

M. S. Alden Smith estime que les lettres et dépêches assyriennes ont peu de valeur comme sources historiques, à cause de la maigreur de leur contenu, et de leur obscurité en dehors de leurs circonstances, que nous ignorons. Mais il espère en revanche que les rapports envoyés des provinces et rédigés par les scribes locaux renseigneront sur les divers dialectes inférieurs de l'assyrien. L'importance de cette classe de monuments serait donc avant tout philologique. On se demande néanmoins si de hauts personnages, en relations directes avec le roi, étaient incapables de dicter une dépêche dans la langue reçue à la cour, et s'ils se trouvaient à la merci de scribes d'aventure. On se les représente plutôt accompagnés de scribes officiels et responsables, même dans leurs missions en pays assyrien. Dans ce cas, les différences de langage qui pourraient exister entre les lettres et les autres documents tiendraient au genre épistolaire lui-même. Elles seraient encore intéressantes pour le philologue, mais à un autre point de vue. C'est plutôt dans les correspondances familières examinées par M. Pinches qu'on aurait chance de trouver des échantillons des dialectes vulgaires ou provinciaux. D'ailleurs les plus forts assyriologues en savent encore trop peu pour discerner à coup sûr de pareilles nuances.

Quoi qu'il en soit, il faut savoir gré à M. Samuel Alden Smith du zèle qu'il apporte à la publication de textes qui se révéleront peut-être plus clairs et plus instructifs dans l'avenir. Il en a déjà donné quarante et un spécimens, savoir trente-cinq dépêches adressées au roi de Ninive, trois dépêches émanant du roi lui-même, une lettre du roi Assurbanipal à sa mère, une supplique à la fille d'Assurbanipal, un rapport adressé à un grand officier, une lettre d'Ummanaldas roi d'Élam à Assurbanipal. — Presque toutes les pièces sont éditées pour la première fois. Elles

ont paru imprimées en 1887 et 1888 dans les *Proceedings* de la Société d'Archéologie Biblique de Londres, et dans une publication spéciale (1). Cette dernière renferme en outre un certain nombre d'inscriptions inédites, mais par malheur assez fragmentaires, se rapportant aux constructions d'Assurbanipal.

On doit encore à M. S. Alden Smith un recueil imprimé contenant 18 pièces inédites, de nature diverse, parmi lesquelles il s'en trouve trois fournies par M. Pinches. Ces documents remplissent 39 pages in-8°. M. Smith n'y a joint ni traduction ni commentaire; il s'est contenté de notes critiques (2).

Il s'est montré plus hardi en ce qui concerne les lettres et dépêches. Il les transcrit en caractères latins, les traduit et justifie ses interprétations par quelques notes. Il donne son travail philologique comme un simple essai. Et en cela sa prudence est louable pour les raisons rapportées plus haut.

Les publications passées en revue jusqu'ici renferment principalement ou exclusivement de l'inédit. Les deux suivantes, de M. P. Haupt, sont plus mélangées.

La première est une collection de textes autographiés en vue de l'étude du sumérien et de l'accadien, qui seraient deux dialectes de la langue désignée par d'autres sous l'un ou l'autre de ces noms (3). M. Haupt, après avoir reproduit les syllabaires et disposé dans un ordre pratique, en forme de vocabulaires bilingues et trilingues, certaines données lexicographiques puisées dans les documents assyriens, nous offre dans leur forme originale, en 85 pages in-4°, vingt-cinq textes assyrio-accadiens, assyrio-sumériens et sumériens unilingues, transcrits sur les originaux du

(1) *Die Keilinschriften Asurbanipals*, 2e cahier, in-8°, Leipzig, 1887.

(2) *Miscellaneous Assyrian texts of the British Museum, with textual notes.* Leipzig, 1887.

(3) *Akkadische und Sumerische Keilschriftexte,* nach den Originalen im Brit. Museum copirt, etc. In-4°, Leipzig, 1881.

British Museum. La majeure partie de ces textes se lisait déjà dans le grand recueil de Londres et ailleurs, comme on le voit par les indications de l'auteur et par celles de M. Bezold dans son *Coup-d'œil sur la Littérature Babylonio-assyrienne*. Mais il est reconnu que M. Haupt a donné souvent des textes plus complets et plus corrects que ses devanciers. Ce qui ne l'a pas empêché d'y apporter dans la suite de nombreuses rectifications. — L'ouvrage de M. Haupt a paru en 1881 ; les rectifications, en 1885, dans la *Zeitschrift* d'Hommel.

Le même savant a publié en 1885 la première partie des fragments de l'épopée babylonienne d'*Isdubar*, nom provisoire d'un héros qui ne serait autre que Nemrod, d'après l'opinion de plusieurs assyriologues, et notamment de M. Haupt (1).

Sur douze grandes tablettes qui formaient le poème, le recueil du British Museum n'avait donné qu'une partie de la sixième et de la onzième, cette dernière contenant le récit du déluge, auquel le nom de Georges Smith reste attaché. Il est vrai que les fragments publiés étaient de beaucoup les plus considérables. Les autres débris étaient connus seulement par les traductions de G. Smith dans sa Genèse Chaldéenne.

Le travail de M. Haupt sur les dix premières tablettes est très consciencieux et lui a pris sans doute un temps considérable. Il a copié et autographié, avec la collaboration de M. Fried. Delitzsch pour la cinquième tablette, les fragments nombreux de divers exemplaires, de manière à leur conserver l'aspect des originaux. Il a dû, pour réaliser son plan, transcrire les fragments en entier et répéter souvent les mêmes passages. Pour la sixième tablette il donne les fragments isolés et de plus, autant que faire se pouvait, un texte suivi.

Cette *excellente* édition, comme l'appelle M. Fried.

(1) *Das Babylonische Nimrodepos*, in-4°, Leipzig, 1884.

Delitzsch, fournira une base solide aux travaux philologiques.

M. Paul Haupt a publié en 1888, dans les *Beiträge zur Assyriologie,* etc., les fragments de la douzième tablette du même poème avec des remarques critiques et philologiques. M. Fried. Delitzsch, de son côté, avait publié les fragments de la onzième (après Georges Smith), dans les trois éditions de ses *Assyrische Lesestücke.* De la sorte, on a à sa portée, dans des éditions revues, tous les fragments de la célèbre légende.

Il est à regretter que M. P. Haupt, obligé de traverser deux fois chaque année la mer du Nord et l'océan Atlantique, et fortement occupé durant un semestre de l'enseignement de l'assyriologie et des langues sémitiques à Baltimore (Johns Hopkins University), et de la publication des *Beiträge zur Assyriologie* durant le semestre écourté qu'il passe en Europe, n'ait plus le loisir de séjourner longtemps au British Museum, et de poursuivre des travaux paléographiques inaugurés avec tant de succès. M. Haupt, il est vrai, trouve un dédommagement sensible dans les progrès de la jeune école d'assyriologie qu'il a fondée aux États-Unis, de concert avec M. D. G. Lyon, professeur à Cambridge-Massachussetts (Harvard University), école qui poussera bientôt une branche à l'université de Philadelphie, en Pensylvanie. Ce dernier établissement possède déjà de belles collections de tablettes assyriennes, supérieures, je crois, à celles de New-York, et cherche à s'enrichir par de nouvelles fouilles entreprises à ses frais en Babylonie. Par MM. Haupt, Lyon et S. Alden Smith, trois élèves de Fried. Delitzsch, l'école d'Amérique rattache ses origines immédiates à celle d'Allemagne (1). Il en est de même de celle que le baron Bruto Teloni cherche à implanter à Florence. C'est encore un des traits qui carac-

(1) Nous regrettons de ne pouvoir donner des renseignements plus complets sur l'école d'assyriologie d'Amérique.

térisent la phase actuelle de l'assyriologie que sa diffusion en Allemagne, et de l'Allemagne dans d'autres pays.

A la suite des publications de textes en tout ou en partie inédits, rangeons, à cause de sa grande utilité pratique, la nouvelle édition, par M. H. Winckler et L. Abel, des textes de Sargon compris dans le *Monument de Ninive*, de Botta (1), nouvelle édition aussi accessible et aussi maniable que la première l'était peu à cause de son format incommode et de son prix élevé. Les textes, tels qu'ils avaient été édités par Botta, n'existaient point pour beaucoup de savants. M. Winckler a collationné les transcriptions de Botta avec un grand nombre d'estampages qui existent encore à la Bibliothèque Nationale de Paris; M. Abel a préparé les copies autographiques. Ce dernier est le fidèle Achate de M. Winckler; les treize planches de belle autographie qui ornent le plus récent ouvrage de M. Winckler lui sont également dues (1).

Je crois avoir assez bien rendu compte des peines que se donne actuellement l'assyriologie pour fournir à ses adeptes les matériaux les plus abondants et les plus variés. Jamais les travaux paléographiques n'ont été poussés avec un pareil entrain. Soutenu durant des années, ce labeur exige beaucoup de patience et d'abnégation; en revanche, s'il est bien conduit, il produit des résultats durables et je

(1) *Die Keilschriften Sargons herausgegeben von Hugo Winckler*, Band II. Texte, autogr. v. Dr Ludwig Abel.

(2) Nous parlons de l'ouvrage intitulé: *Untersuchungen zur Altorientalischen Geschichte*, de M. Hugo Wincker. — La collaboration de M. Abel m'a été révélée à la page 143e et dernière, par ces mots en caractères microscopiques et dissimulés sous une ligne de grosses lettres: *Autographirt von Dr Ludwig Abel.* Ce caractère infiniment petit n'est employé dans le reste du livre, qu'au bas de la même page, pour l'indication : *Druck von W. Drugulin in Leipzig.* Le rapprochement doit être encourageant pour M. Abel. Sur la manière dont M. Winckler se procure, bon gré mal gré, des collaborations utiles, voir notre travail : *Les Chaldéens jusqu'à la formation de l'empire de Nabuchodonosor* (nouvelle édition), *précédé de considérations sur un récent livre de M. Winckler* (Louvain, Lefever, 1889).

ne conçois pas que l'on en parle d'un ton dédaigneux. Les travaux philologiques les mieux réussis, sont jusqu'ici de simples ébauches, destinées à être bientôt mises en oubli par d'autres essais également passagers. Mais je ne les en trouve pas moins utiles. Je justifierai mon opinion dans la suite, et je montrerai qu'on n'a pas le droit de les mépriser pour le motif qu'on s'adonne de préférence à la transcription et à la publication des originaux.

Une édition revisée des textes sert de base à plusieurs des publications suivantes, qui ont pour objet principal la traduction ou le commentaire des documents assyriens.

Dans son *Histoire de Sennachérib* (1), qui parut en 1878, Georges Smith, illustré par les découvertes que l'on sait, a disposé les inscriptions de ce monarque par groupes de fragments, de façon à mettre en regard les parties analogues et les relations parallèles des mêmes événements. Cette méthode qu'il avait appliquée une première fois dans son *Histoire d'Assurbanipal,* facilite les rapprochements et rend la lecture plus intéressante sous bien des rapports. Elle n'a aucun inconvénient quand il s'agit de textes qu'on trouve ailleurs dans leur suite, comme les annales de Sennachérib, éditées par Rawlinson et Norris, et par Georges Smith lui-même, dans les *Cuneiform inscriptions of Western Asia.* L'histoire de Sennachérib est une œuvre posthume que l'auteur n'eut pas le temps de mener à terme. Elle compte 166 pages de textes munis, entre les lignes, d'une transcription en caractères latins et d'une version anglaise. L'œuvre de G. Smith s'étend jusqu'à la page 152; les quatorze dernières pages appartiennent à M. Sayce. La traduction ne marque aucun progrès sur celles de l'époque. Le texte a été jugé irréprochable, à l'exception des pages 161-163, dans lesquelles M. Bezold a relevé

(1) *History of Sennacherib translated from the cuneiform inscriptions*, Londres, 1878.

plusieurs fausses conjectures (1). D'après le plan primitif, l'œuvre, commencée en 1871, devait compter de 300 à 400 pages. Georges Smith espérait la développer au moyen de nouveaux textes qu'il découvrirait en Orient dans le voyage d'exploration au retour duquel il mourut à Alep, en 1876. Ainsi l'Histoire de Sennachérib ne se rattache à la période retracée ici que par les dernières pages, qui appartiennent à M. Sayce, et par la date de sa publication (2).

En cette même année 1878, parut le tome XIe des *Records of thePast,* le dernier de la collection qui soit consacré aux versions de documents assyriens. Ce tome termine provisoirement la série des traductions (françaises et anglaises) sans transcription des textes originaux et sans justification aucune, que l'assyriologie avait jetées dans la circulation depuis plus de quinze ans, pour satisfaire le grand intérêt provoqué par ses découvertes. A partir de cette époque, on s'attache plus que jamais au genre de travail dont le commentaire d'Oppert et de Ménant sur les Fastes de Sargon offrait le type, et dont M. Schrader avait fourni des modèles aux jeunes assyriologues d'Allemagne, dans son ouvrage sur les *Inscriptions cunéiformes et l'Ancien Testament,* où il commente au point de vue philologique une foule d'extraits des documents historiques, et dans son étude sur la *Descente d'Istar aux enfers, et quelques fragments lyriques* (3). On reprend les inscriptions une à une, ou par groupes restreints ; on les transcrit suivant un

(1) A l'aide d'un nouvel exemplaire du texte, dont M. E. A. Wallis Budge lui a fourni une copie. L'original, découvert par M. Budge lors de son dernier voyage en Mésopotamie, n'était pas encore arrivé à Londres à la fin de juillet de cette année. Voir la *Zeitschrift* de Bezold, année 1889, pp. 284 et suiv.

(2) Voir Sayce, dans sa préface à l'ouvrage de Smith.

(3) *Die Keilinschriften und das Alte Testament,* 1re édition en 1878, 2e édition en 1883; *Die Höllenfahrt der Istar, nebst Proben assyrischer Lyrik,* 1874. — Les nombreux textes cités par M. Schrader dans l'ouvrage *Keilinschriften und Geschichtsforschung,* 1878, y sont simplement transcrits et traduits.

mode conventionnel qui fixe les équivoques de l'écriture originale ; on les traduit avec réserve ; on justifie les lectures, on démontre les interprétations, on en précise le degré de certitude dans un commentaire ; on analyse et classe les formes, on dresse des vocabulaires, rassemblant les matériaux d'un édifice grammatical et lexicographique qui sera l'œuvre de l'avenir.

C'est dans cette forme, plus ou moins complète, que sont conçues les études de Fr. Lenormant sur le texte magique bilingue des planches III et IV du tome IVe du recueil Rawlinson, et sur l'hymne au Soleil, également bilingue, de la planche XVII du même tome (1); de Pognon, sur l'inscription de Sennachérib à Bavian, sur l'inscription de Mérou-Nirar (alias Raman-Nirar) Ier, et sur les inscriptions de Nabuchodonosor au Wadi Brissa (2) ; de M. Halévy, sur un certain nombre de documents religieux bilingues (3); de Scheil, sur l'inscription archaïque de Samsi-raman IV (4); d'Amiaud, sur l'inscription bilingue de Khammurabi (5); d'Hommel, sur deux inscriptions rela-

(1) *Études cunéiformes*, 3e et 4e fascicule, deux extraits du JOURNAL ASIATIQUE de Paris, 1878, 1879. F. Lenormant a aussi étudié en particulier une foule d'expressions assyriennes (et accadiennes) dans le 1er fascicule de ses Études cunéiformes, extrait du JOURNAL ASIATIQUE de Paris, 1878, dans le 2e, extrait des TRANSACTIONS OF THE SOC. OF BIBL. ARCH., 1878, et dans son *Étude sur quelques parties des syllabaires cunéiformes*, Paris 1876. Nous parlerons de ses *Études accadiennes* dans notre seconde partie.

(2) *L'inscription de Bavian*, texte, traduction, etc., formant le 39e et le 42e fascicule de la BIBLIOTHÈQUE DE L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES, 1879, 1880 ; *Inscription de Mérou-Nirar Ier*, roi d'Assyrie, extrait du JOURNAL ASIATIQUE de Paris, 1884 ; *Les inscriptions babyloniennes du Wadi Brissa*, 71e fasc. de la BIBLIOTHÈQUE DE L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES, 1887.

(3) *Documents religieux de l'Assyrie et de la Babylonie*, texte assyrien en caractères hébreux, traduction et commentaire, Paris, 1882. — Une partie seulement du commentaire et de la traduction a paru. L'ouvrage ne sera probablement jamais achevé.

(4) *Inscription assyrienne archaïque de Samsi-Ramman IV, roi d'Assyrie (824-811 av. J.-C.)*, transcrite, traduite et commentée, par Fr. V. Scheil (dominicain), Paris, 1889. — Nous n'avons pas vu l'ouvrage du P. Scheil; M. Sayce en fait un grand éloge dans l'*Academy*.

(5) Commencé dans le *Recueil des travaux relatifs à l'Égypte et à l'Assyrie*, t. I, en 1879, et terminé en 1888 dans la *Revue d'assyriologie et d'archéo-*

tives aux chasses d'Assurbanipal (1); de Lotz, sur les inscriptions de Tuklatpalasar Ier (2); de Bezold, sur le texte assyrien des inscriptions persanes (3); de Lyon, sur une partie des inscriptions de Sargon II (4); de Haupt, sur le commencement du texte qu'il a appelé les *Lois sumériennes réglant la famille* (5) et sur le récit du déluge (6); de Zimmer, sur les Psaumes pénitentiaux babyloniens (7); de S. Alden Smith, sur les inscriptions d'Assurbanipal et sur les monuments épistolaires qu'il a édités (8); de Jensen, sur la tablette à texte magique des planches VII et VIII du tome IVe du recueil Rawlinson (9); de Latrille, sur le cylindre de Nabonide reproduit tome V, pl. 64,

logie orientale d'Oppert et Ledrain. — C'est surtout à propos des travaux sur le syllabaire assyrien et sur l'accadien, que nous aurons à parler du très regretté M. Amiaud.

(1) *Zwei Jagdinschriften Asurbanibal's*. Leipzig, 1879.

(2) *Die Inschriften Tiglathpileser's I*, in transskribiertem assyrischem Grundtext, mit Übersetzung und Kommentar, mit Beigaben von Prof. Dr Fried. Delitzsch, Leipzig, 1880. — C'est un modèle du genre.

(3) *Die Achämenideninschriften*, transcription des babylonischen textes nebst Übersetzung, textkritischen Anmerkungen und einem Wörter- und Eigennamenverzeichnisse, mit dem Keilschrifttexte der kleineren Achämenideninschriften autographirt von Paul Haupt. Leipzig, 1882.

(4) *Keilschrifttexte Sargon's Königs von Assyrien*, nach den Originalen neu herausgegeben, umschrieben, übersetzt und erklärt. Leipzig, 1883.

(5) *Die Sumerischen Familiengesetze*, in Keilschrift, Transcription und Übersetzung, nebst ausführlichem Commentar und zalreichen Excursen. Commentaire un peu exubérant.

(6) Supplément très riche à l'ouvrage d'Eb. Schrader. *Die Keilinschriften und das Alte Testament*, 2e édition, 1883. Il contient la transcription en caractères latins, la traduction, le commentaire et le glossaire du texte.

(7) *Babylonische Busspsalmen*, umschrieben, übersetzt und erklärt, Leipzig. 1885.

(8) *Die Keilschrifttexte Assurbanipal's*, nach dem selbst in London copirten Grundtext, mit Transcription, Übersetzung, Kommentar und vollständis digem Glossar. Leipzig. — Le premier cahier (1887) comprend le cylindre Rassam (édité par M. Pinches); le second (1887) contient des textes architectoniques et épistolaires inédits. Ce travail 'est un peu prématuré. — Nous n'avons pas vu le 3e cahier (1889), où M. S. Alden Smith étudie de la même manière des lettres et dépêches, des formules de présages, dont il édite le premier les originaux. Il a publié, comme nous l'avons dit plus haut, des études sur un grand nombre de textes épistolaires dans les *Proceedings*.

(9) *De incantamentorum sumerico-assyriorum seriei quæ dicitur shurbu tabula VI*. Dans la ZEITSCHRIFT FÜR KEILSCHRIFTFORSCHUNG, t. I, 1884, pp. 279-322; et t. II, 1885, pp. 15-61.

du même recueil (1); de Flemming, sur la grande inscription de Nabuchodonosor (2); de Jérémias, sur la *Descente d'Istar aux enfers* (3); de M. Pinches, sur les textes dont nous avons parlé; de Bruto Teloni, sur des inscriptions de Nabonide et de Nériglissor (4); enfin, le travail très approfondi de Fried. Delitzsch sur les textes épistolaires, dont la première partie vient de paraître (5). Fried. Delitzsch, par son enseignement à Leipzig, a contribué le plus à mettre en vogue ce genre de travaux, dont plusieurs roulent sur des documents bilingues (accado-assyriens).

Je voudrais mentionner une foule d'autres études moins étendues, dont le but est également d'expliquer les inscriptions en détail, et de fournir sans cesse des matériaux à la grammaire et au dictionnaire assyriens. On en voit éclore tous les jours de nouvelles, grâce à la création de recueils où les assyriologues sont admis à consigner les résultats de leurs recherches quotidiennes, et à communiquer de petites trouvailles qui resteraient des années sans fruit, s'il fallait les rattacher à des publications considérables.

(1) Dans le même recueil, t. II, pp. 231-262, 335-359.

(2) *Die grosse Steinplatteninschrift Nebukadnezars II*, in transcribiertem Babylonischen Grundtexte nebst Übersetzung und Commentar. Göttingen, 1883. Dissertation doctorale.

(3) Dans le petit ouvrage intitulé *Die Babylonish-Assyrischen Vorstellungen vom Leben nach dem Tode* (pp. 4-45). Leipzig, 1887.

(4) Appunti intorno all' iscrizione di Nabonid V, R. 65. Dans la Zeitschrift für Assyriologie, t. III, 1888, pp. 159-173, 293-310. *Un' iscrizione di Neriglissar*, trascritta, tradotta e commentata. Extrait du Giornale della Societa Asiatica Italiana.

(5) *Beiträge zur Erklärung der Babylonisch-Assyrischen Briefliteratur*, I. Extrait des Beiträge zur Assyriologie, etc., de Delitzsch et Haupt. 1er fascicule, pp. 185-248. L'activité de M. Fried. Delitzsch a été absorbée durant ces dernières années par les travaux de grammaire et de lexicographie dont nous parlons plus loin. — Je n'ai jamais vu le livre de M. E. A. Budge intitulé: *The History of Esarhaddon (son of Sennecherib) King of Assyria, B. C. 681-668, translated from the cuneiform inscriptions upon cylinders and tablets in the British Museum collection, together with original texts, a grammatical Analysis of each word, explanations of the ideographs by extracts from the bilingual syllabaries, and list of eponyms*, etc. London, 1881. Le P. Strassmaier (*Month*, t. XXII, 1881, pp. 436-443) démontre en sept grandes pages, ce qui est beaucoup trop si la thèse est vraie, que le livre ne justifie pour ainsi dire aucune des parties de son titre.

La société d'Archéologie Biblique de Londres fait une grande place à l'assyriologie dans ses *Proceedings* qui vont définitivement évincer ses *Transactions* toujours lentes à paraître. L'assyriologie est aussi largement représentée dans le *Babylonian and Oriental Record* de Terrien de Lacouperie, fondé à la fin de 1886, et dans la *Revue d'assyriologie et d'archéologie orientale* d'Oppert et Ledrain, dont les minces fascicules se suivent, il est vrai, à de grands intervalles (1). La *Zeitschrift für Assyriologie* de Bezold qui a remplacé en 1886, la *Zeitschrift für Keilschriftforschung* d'Hommel, est presque exclusivement consacrée aux recherches sur les documents cunéiformes. Dans d'autres recueils d'un caractère moins spécial comme le *Journal asiatique* de Paris, celui de Londres, celui d'Italie, et la *Zeitschrift* de la société Orientale d'Allemagne, etc., les études assyriennes ont leur place parmi les diverses branches de l'orientalisme. Les *Beiträge zur Assyriologie und vergleichenden semitischen Sprachwissenschaft* de Delitzsch et Haupt, à en juger par le titre et par le premier fascicule, feront la plus large part à l'assyriologie.

Il nous a paru convenable de traiter séparément de l'étude d'une classe spéciale de textes, à laquelle M. Oppert a fait faire un si grand progrès par son ouvrage sur les *Documents juridiques de l'Assyrie et de la Chaldée,* publié en 1877, et préparé avec la collaboration de M. Ménant, assyriologue doublé d'un jurisconsulte distingué. Cet ouvrage est antérieur à la période que nous considérons ; nous nous y arrêtons néanmoins parce qu'il la précède de peu, et qu'il fait époque dans son genre. Dès 1866, M. Oppert publiait une étude de quelques pages sur *Les inscriptions commerciales en caractères cunéiformes* (2) ;

(1) La revue devait d'abord paraître tous les trois mois, mais le premier volume, 170 pages, commencé en 1884 ne fut achevé qu'en 1886 ; la première livraison du second volume paraît en 1888, et la deuxième en 1889, formant ensemble 74 pages.

(2) Extrait du t. VI de la *Revue orientale et américaine,* 1866.

en 1876, il traduisait trois contrats dans les *Records of the Past* (1), où il avait été précédé dans la même voie en 1873 par M. Sayce (2). Georges Smith s'était aussi occupé de ce genre de pièces (3), mais au point de vue exclusif de la chronologie, qui leur doit ses données les plus précises. M. St. Chad Boscawen (4) s'en est occupé au même point de vue dans son étude comparée des tablettes babyloniennes portant date et du canon de Ptolémée, en 1878.

Le grand ouvrage de MM. Oppert et Ménant consiste dans l'étude des documents juridiques, au point de vue multiple de la langue, de la jurisprudence, de la métrologie et de l'histoire. Ils partent de l'étude philologique des documents. Ils transcrivent les textes en caractères latins, et y joignent une traduction latine interlinéaire : ils donnent ensuite, la plupart du temps, une traduction plus libre en français. Dans des notes plus ou moins étendues, ils justifient leurs interprétations et relèvent les données les plus intéressantes de chaque pièce. Ils travaillent ainsi sur soixante et onze documents babyloniens et assyriens, plusieurs fort étendus, appartenant à toutes les époques, à remonter depuis l'année 81 après J.-C. jusqu'au dixième siècle avant notre ère, et plus haut encore. Il faut y ajouter neuf textes grammaticaux, plusieurs également très longs, où quantité d'expressions juridiques sont inscrites à la fois en assyrien et en accadien (sumérien chez Oppert). L'ouvrage débute par l'interprétation de ces tablettes bilingues, sur lesquelles M. Lenormant s'était déjà exercé. A notre connaissance, six seulement, parmi les soixante et onze contrats et autres actes, avaient été traduits auparavant, à savoir trois par M. Sayce et

(1) Tome VII, pp. 111-116.
(2) Tome I, pp. 137-140.
(3) Dans son *Early history of Babylonia.*
(4) *Babylonian dated tablets and the Canon of Ptolemy*, dans les TRANSACTIONS OF THE SOC. OF BIBL. ARCH., t. VI, 1er partie 1887, pp. 1-78.

trois par M. Oppert lui-même, dans les *Records of the Past,* ainsi qu'il a été dit plus haut.

Nommer les auteurs de l'ouvrage, c'est assez l'apprécier. Disons seulement que la publication de MM. Oppert et Ménant sera plus utile encore lorsqu'on possédera dans leur forme originale certains documents inédits qu'ils se contentent de transcrire en caractères latins, comme le reste de leurs textes. Jusque-là toute vérification est impossible pour cette portion du livre. — M. Oppert avait précédemment communiqué dans une brochure particulière, *L'étalon des mesures assyriennes* (1), le résultat de ses recherches approfondies sur la métrologie assyrienne. Cette brochure est résumée dans un appendice à la fin des *Documents juridiques.* Signalons encore, de M. Oppert, l'étude sur les deux contrats de Sippara (Abou-Habba), propriété du British Museum, où M. Pinches avait remarqué le nom d'un roi *Kandalanu*, identifié, par lui et ensuite par M. Oppert, avec *Chiniladan,* inscrit au canon de Ptolémée comme roi de Babylone immédiatement avant Nabopolassar, père de Nabuchodonosor (2).

Vers le même temps, M. Pinches commençait à étudier les documents juridiques sur les originaux du British Museum. Il en a édité, traduit et commenté de beaux spécimens dans les recueils de la société d'Archéologie Biblique, et dans celui de Terrien de Lacouperie.

De 1886 à 1888, MM. St. Chad Boscawen et M. Victor Révillout, une nouvelle recrue de l'assyriologie française, publièrent dans les mêmes recueils des études sur les documents juridiques. Les travaux de M. V. Révillout furent sévérement appréciés par M. Oppert et Feiser. Il est certain que M. V. Révillout, aidé en cela par son frère M. Eugène Révillout, se montrait trop pressé d'aborder l'étude comparée du droit assyrien et du droit égyptien, le droit assyrien sinon le droit égyptien, étant encore enveloppé de ténèbres. Ce qu'on a le moins compris jusqu'ici dans

(1) Extrait du *Journal asiatique* de Paris, 1875.
(2) *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie orientale,* t. I, n° 1, 1884, pp. 1-11.

les contrats et autres actes assyro-babyloniens, ce sont précisément les termes du langage juridique, une soixantaine d'expressions qui restent pour la plupart de pures énigmes et laissent le reste dans l'indétermination.

En la même année 1886, M. Bezold (1) exprimait le vœu que les assyriologues de sa nation se missent enfin à l'étude d'une partie si importante des textes assyriens, pour laquelle le P. Strassmaier ne cessait de fournir d'excellents matériaux. L'invitation a été entendue, mais l'œuvre est difficile. Après ses *Études sur le droit babylonien* (2), où M. Oppert n'a rien trouvé de bon (3), le Dr Peiser a publié une série d'actes babyloniens, avec traduction, commentaire et glossaire (4). M. Oppert trouve les textes très intéressants, et il s'en sert, mais il persiste à croire que M. Peiser n'est pas apte à les expliquer à cause de son ignorance du droit. De son côté, M. Peiser, taxé en cela d'exagération par M. Oppert, avait prétendu dans ses Études sur le droit babylonien, que M. Victor Révillout était peu propre à cet emploi, à cause de sa connaissance trop superficielle de l'assyrien. — Quant au P. Strassmaier, sans juger les travaux de M. V. Révillout au point de vue de l'exégèse, il trouve les essais de M. Peiser aussi solides que ceux de M. Oppert (5). Puisse recevoir le même accueil M. Fried. Delitzsch qui annonce à bref délai la publication d'études sur des documents dont l'élucidation ne peut être que le fait de savants à la fois juristes et assyriologues, par conséquent d'hommes exceptionnellement rares.

(La suite prochainement.) A. J. Delattre, S. J.

(1) *Literatur*, p. 150.

(2) *Zeitschrift für Assyriologie*, t. III, 1888, pp. 69-92.

(3) Dans l'article intitulé : *Les documents juridiques cunéiformes*, même tome, pp. 174-185.

(4) *Keilschriftliche Acten-Stücke aus Babylonischen Städten*. Berlin, 1889.

(5) *Inschriften van Nabonidus*, préface, p. I. « L'étude complète, scientifique, de ces inscriptions exigera encore beaucoup de temps et de fatigue; les solides travaux préparatoires du Dr J. Oppert et du Dr Peiser contribueront à cette fin. »

ÉTUDES SUR LE MAGNÉTISME ANIMAL

SON HISTOIRE, SON INFLUENCE,

SES APPLICATIONS UTILES, SES DANGERS (1)

Dans ces dernières années la question du magnétisme animal a pris une telle extension que, pour l'exposer dans sa totalité, on devrait lui consacrer une suite de conférences comme toute une série de volumes. Il faut donc, ici plus que jamais, savoir nous borner, suivant le sage avis du poète ; aussi nous devrons nous contenter de tracer un aperçu de l'histoire du magnétisme animal, de formuler quelques considérations sur le mécanisme de son influence, de signaler enfin ses applications utiles et ses dangers réels : tel sera le triple objet de cette étude.

Esquissons d'abord à grands traits l'histoire du magnétisme.

Pour trouver le berceau de cette influence étrange, il faudrait peut-être remonter fort haut ou courir très loin ;

(1) Conférence donnée par M. E. Masoin, membre titulaire de l'Académie royale de médecine, à la Société scientifique de Bruxelles, dans l'assemblée générale d'octobre 1889.

avec certains auteurs, tels que Foissac, on devrait aller jusqu'à Moïse! Mais quelle faiblesse d'arguments pour arriver à inscrire le grand prophète d'Israël parmi les premiers magnétiseurs ! On se borne à observer que quand Moïse tenait les mains élevées, les tribus d'Israël étaient victorieuses, et que s'il abaissait les mains, Amalec obtenait l'avantage ! Franchement, si c'est là une pratique reconnue comme magnétique, on n'est pas difficile, et il ne reste qu'à prier les naïfs qui croient voir ici l'influence dont nous nous occupons, de passer dans les antichambres de nos chefs d'armée afin de leur communiquer une recette si simple, si sûre et si peu coûteuse.

Franchissons d'un seul coup un long espace de siècles où l'on trouve des historiettes équivoques qui comportent plusieurs interprétations ; notons seulement au passage un texte qui semble indiquer chez les Romains la connaissance de certaines pratiques du magnétisme : dans une comédie de Plaute, *L'Amphitryon,* Mercure se dit à lui-même à propos de Sosie dont l'arrivée inattendue le contrarie :

Quid si ego illum tractim tangam ut dormiat?

Certains commentateurs voient dans ce texte une indication fort claire de l'emploi des passes magnétiques ; un de nos collègues, éminent philologue, que nous avons consulté, incline fortement vers cette interprétation. Il paraît d'ailleurs que certains autres textes latins permettent les mêmes conjectures.

Quoi qu'il en soit, à l'époque où nous allons nous placer (1644), le magnétisme animal était pressenti, mais il n'était point démontré. Parmi les écrivains qui accusaient cette intuition singulière de la vérité, il faut mettre au premier rang le bruxellois Van Helmont, cet homme de génie, appartenant par sa naissance et par son mariage aux plus illustres familles du pays, les de Mérode et les de Stassart, et dont la Belgique a récemment enfin, dans un mouvement de justice tardive, glorifié la mémoire immor-

telle. Chose surprenante pour l'époque, Van Helmont admettait l'existence du magnétisme animal, et lui attribuait formellement des propriétés curatives ; il écrivit même un ouvrage qui porte le titre significatif : *De magneticâ vulnerum curatione.* Il y rapporte, entre autres faits, l'histoire d'une dame qui, tourmentée par des accès de goutte, cessait de souffrir dès qu'elle allait se reposer sur la chaise de son frère ; — et Van Helmont prend la peine d'ajouter que ce résultat était dû, non pas à l'imagination de la malade, mais à l'influence du magnétisme.

Toutefois, pour Van Helmont le magnétisme animal était quelque chose de tellement vague que l'on s'est demandé s'il l'a bien réellement connu. Peut-être après tout ne faut-il voir en ceci qu'une de ces merveilleuses intuitions qui déconcertent et la méthode, et l'histoire, et la froide raison, mais que l'on rencontre parfois chez ces hommes privilégiés qui ont reçu le don du génie dans la plénitude de ses illuminations.

Avec le Père Kircher nous rencontrons le fait positif de l'hypnotisation des animaux : dès 1644, le célèbre jésuite instituait l'expérience que nos traités de physiologie rappellent aujourd'hui, et que nous faisons encore dans nos cours comme il la pratiquait, hypnotisant une poule par la fixation du regard de l'animal sur un trait brillant. C'était là une de ces expériences saisissantes que l'illustre jésuite aimait à décrire sous l'étiquette d'*experimentum mirabile;* car en compulsant les écrits — très originaux — du Père Kircher, on peut constater qu'il ne réservait pas la qualification pompeuse d'*experimentum mirabile* à l'hypnotisation des poules ; ainsi, qu'au son de la cithare, une tarentule placée sur un fêtu de paille dans une conque pleine d'eau se mette à danser, c'est aussi un *experimentum mirabile.*

Après Kircher, nous pouvons, encore une fois, sauter par dessus tout un siècle avant de rien rencontrer qui éclaire la question, qui applique plus efficacement le

magnétisme à l'homme lui-même, ou qui en saisisse l'opinion publique. Arrivons donc à l'année 1778 et transportons-nous à Paris.

Presque en même temps que Voltaire faisait dans la grande ville l'entrée scandaleusement triomphale que l'on connaît, un proscrit arrivait d'Autriche, précédé d'une réputation quelque peu louche mais déjà retentissante, et appelé à fixer son nom dans l'histoire : c'était Antoine Mesmer, docteur en médecine de la faculté de Vienne. Ce personnage devint bientôt le lion du jour ; et c'était un spectacle surprenant de voir quelle foule se portait vers le modeste hôtel où il était descendu. Au début, Mesmer associait les *passes* dites magnétiques et la fascination du regard, tandis qu'une musique suave remplissait la salle de sons doux et pénétrants. Mais bientôt l'affluence fut telle que l'apôtre du magnétisme en vint à concevoir et à pratiquer le système des magnétisations d'ensemble ; c'est alors qu'apparut le fameux baquet, dont nous allons donner rapidement la description d'après les récits et les dessins de ce temps-là.

Au milieu d'un vaste appartement qu'embaument des parfums, où la lumière ne pénètre que discrètement tamisée, s'élève une cuve en bois, haute d'environ un demi-mètre et large d'une couple de mètres : c'est le baquet mystérieux. On y a jeté de l'eau, avec un mélange de verre pilé et de limaille de fer, deux ingrédients dont l'un ne change pas, et dont l'autre peut se rouiller ; sur la couche ainsi formée, on a disposé des bouteilles remplies d'eau comme autant de rayons, mais en ayant bien soin d'alterner la position des goulots, en sorte que, si un rang de bouteilles présente tous les goulots en dedans, la couche supérieure doit tenir tous les goulots en dehors : condition essentielle des goulots alternativement convergents et divergents !

De ce contenu bizarre montent des tringles de métal ou de verre qui traversent un couvercle et se coudent vers le

dehors : ce sont autant de conducteurs pour le fluide ! Les amateurs ou les malades, placés par plusieurs rangées autour du baquet, ont chacun à leur disposition une de ces tringles, mobiles et plus ou moins longues. Enfin une corde, qui les enlace tous mollement, forme de cette grappe humaine un circuit pour le fluide qui va venir !

Tandis que les sujets se tiennent là recueillis et anxieux, Mesmer ajoute à l'influence du demi-jour et des parfums celle plus pénétrante de la musique : assis dans un coin, il tire d'un instrument alors peu connu, l'harmonica, des sons étranges et mystérieux ; puis voilà que tout à coup il se lève, imposant et fascinateur, sous son habit lilas avec jabot de Malines — car l'histoire nous a conservé ces détails ; — il s'approche du groupe ému, il promène lentement de longs regards sur les sujets éperdus ; comme les magiciens antiques, il est armé d'une baguette merveilleuse : c'est pour lui une sorte d'épée avec laquelle il frappe les coups décisifs. Les gens nerveux, les femmes impressionnables ne résistent pas à un tel assaut : si quelque manifestation hystérique ou hypnotique atteint l'un d'entre eux, ou si quelque compère simule des symptômes morbides, la contagion nerveuse — dont nous connaissons bien la puissance, nous médecins — vient ajouter son influence à tant d'autres habilement réunies ; et alors la scène se déroule dans toute sa force : ce sont des pâmoisons, des extases, des gémissements, des larmes et des rires, des hoquets et des convulsions ; si quelque jeune femme — et elles venaient nombreuses à ces étranges séances — se démène trop vivement, Mesmer lui-même la transporte dans un cabinet voisin, *la salle des crises,* où elle pourra sans danger et sans inconvénient se rouler, se tordre et miauler ; car ce boudoir est soigneusement matelassé de tous côtés, comme aujourd'hui certaines cellules réservées aux fous furieux dans nos asiles d'aliénés.

Bientôt un seul baquet ne suffit plus à l'empressement

de la foule, foule très mélangée où les gens de la bourgeoisie coudoyaient les personnages portant les plus beaux noms de France. Pour satisfaire aux besoins de sa clientèle, Mesmer fit construire trois autres baquets, dont un à usage gratuit pour les pauvres gens ; seulement, ce dernier, il le négligeait, dit-on. Bientôt même, pour plus de facilité, il magnétise un arbre à l'extrémité de la rue de Bondy, et, comme le dit un narrateur, des milliers de malades viennent s'attacher à cet arbre avec une foi robuste et de bonnes cordes, attendant la guérison, chacun dans la posture que ses infirmités lui permettent de prendre.

De pareilles scènes ne pouvaient manquer d'attirer l'attention des pouvoirs publics et des sociétés savantes. Par ordre du roi Louis XVI, l'Académie des sciences avec la faculté de médecine, d'une part, la compagnie qui représentait alors l'Académie de médecine, d'autre part, furent chargées d'étudier ces phénomènes surprenants et d'en faire rapport (1784). Parmi les commissaires se trouvaient des savants illustres ; qu'il nous suffise d'en nommer quelques-uns : Benjamin Franklin, qui se trouvait alors précisément à Paris et qui assista personnellement à diverses expériences, notamment à celle des arbres magnétisés, dont l'échec fut complet ; Lavoisier, le fondateur de la chimie moderne ; l'infortuné Bailly, qui allait comme Lavoisier porter sa tête sur l'échafaud ; Laurent de Jussieu, membre d'un famille célèbre dans les sciences ; le docteur Guillotin, qui devait, lui si bon et si bienfaisant, avoir la douleur de laisser son nom à un instrument sinistre qu'il n'avait pas inventé, et dont il faillit même être la victime pendant les jours néfastes de la Terreur.

Nous n'entrerons pas dans l'examen des expériences et des conclusions officielles ; bornons-nous à dire que les rapports, rendus publics ou communiqués secrètement au roi, s'attachent surtout à des affirmations que nous considérons aujourd'hui comme plus ou moins vraies : rien

ne prouve l'existence d'un agent spécial, le fluide magnétique ; les effets observés appartiennent à l'imagination mise en jeu et à cette imitation machinale qui nous porte malgré nous à répéter ce qui frappe nos sens ; les pratiques de l'espèce offrent des dangers pour la morale et pour la santé. Bref, ces documents ne méritent pas les attaques violentes dont ils ont été, et sont encore l'objet de la part de critiques qui peut-être ne les ont jamais lus.

Mais bientôt la France et l'Europe connurent d'autres préoccupations que celles du mesmérisme. Une tempête formidable déchaîna ses fureurs ; après une mémorable rénovation sociale, ce fut la terreur au dedans, la guerre aux frontières ; la France, baignée dans le sang et livrée à l'anarchie, eut bien d'autres soucis que l'étude de phénomènes amusants, comiques ou mystérieux. Survinrent ensuite les événements pressés du premier Empire, les promenades sanglantes à travers l'Europe, puis à son tour l'Europe, irritée et vengeresse, mobilisant ses légions pour abattre enfin le soldat de génie qui pendant quinze ans avait troublé son repos. La science est comme une mère de famille : elle n'aime pas le bruit du canon et le tumulte des camps ; ses progrès et ses bienfaits sont des fruits qui mûrissent en temps de paix, et que la fumée des batailles flétrit et dessèche ; les temps pacifiques préparent son triomphe, comme ils font le bonheur des peuples et l'honneur des rois.

Au sortir de ces deux époques tourmentées, la Révolution française et le premier Empire, la question du magnétisme est reprise à nouveau. En France, dans son premier foyer, on y revient bientôt avec une ardeur telle que certains journalistes reprochent à la Restauration d'avoir ramené en même temps les Jésuites et le magnétisme ; en Russie, la question est examinée par une commission officielle ; en Prusse, l'Académie des sciences de Berlin la met au concours ; dans ces deux pays et en d'autres, tels que la Suède et le Danemark, des mesures sont prises, soit

pour assurer l'étude médicale du magnétisme, soit pour en réglementer l'usage ; des livres nouveaux, des traductions, des revues, des sociétés d'amateurs, des cliniques spéciales, rien ne manque à la propagande active qui s'organise ; enfin des hommes du plus grand mérite, Hufeland, Treviranus, Sprengel — et ce sont de grands noms en médecine — avouent qu'ils sont convaincus de la réalité d'une influence magnétique. Mais retournons en France ; car, par je ne sais quelle bizarre destinée, c'est là surtout que la question devait être débattue, pour aboutir à la renaissance présente dont les deux foyers sont encore là, à Paris (avec son école de la Salpêtrière) et à Nancy (par un groupe de médecins et de juristes).

La lutte s'engagea surtout entre l'Académie de médecine et les partisans du magnétisme. Nous ne dirons pas les péripéties de la campagne poursuivie ; bornons-nous à constater que, si les hommes de science témoignèrent souvent un scepticisme extrême vis-à-vis des phénomènes en question, le plus souvent aussi la cause fut compromise par ses partisans eux-mêmes. C'est l'éternelle histoire de la grenouille qui s'enfle jusqu'à égaler le bœuf : certaines gens, et des plus honorables, croyaient avoir trouvé dans le magnétisme, soit une panacée merveilleuse applicable à toutes les maladies, soit un agent capable d'exalter le pouvoir de nos sens jusqu'à l'invraisemblance. Mais quand il fallait donner des preuves patentes et publiques à l'appui de leurs dires imprudents, les magnétiseurs vantards subissaient de piteux échecs ; presque toujours ils aboutissaient à se couvrir de ridicule et ils discréditaient eux-mêmes leur doctrine ; tant il est vrai qu'il ne suffit pas à une cause d'être juste pour triompher, il faut encore qu'elle soit bien servie. D'un autre côté pourtant, certains partisans du magnétisme, convaincus et honorables, se plaçant sur le terrain des faits positifs, y montraient parfois une grande force, comme jadis Antée au contact du sol : car les faits positifs sont vraiment

comme la terre ferme pour la science. Ainsi dans les hôpitaux de Paris, Du Potet, Robouam, Georget, Foissac, réalisaient des expériences qui faisaient naître dans l'esprit la réflexion ou la conviction. Un jour, après une démonstration saisissante, à l'Hôtel-Dieu, Du Potet demanda à Récamier : « Êtes-vous convaincu ? » Et l'illustre médecin de répondre : « Non, pas encore, mais je suis ébranlé ». C'était déjà beaucoup ; malheureusement, à côté de ces expériences sérieuses et de ces magnétiseurs honnêtes, il y avait la tourbe des charlatans et les exagérations des sectaires.

Qu'on nous permette de raconter ici un des épisodes les plus retentissants de la lutte homérique qui s'était engagée entre certains magnétiseurs et l'Académie de médecine.

L'Académie avait entendu des rapports contradictoires (en 1825 et 1831, rapports très convenables de Husson ; en 1837, un rapport de Dubois, d'Amiens, qui montra dans toute cette question une acrimonie injustifiable), et avait été le témoin de discussions ardentes. Enfin, le 5 septembre 1837, un de ses membres, M. Burdin, monte à la tribune et fait une déclaration solennelle : voulant tirer au clair la lucidité transcendante dont certains magnétiseurs se prévalaient et qu'ils avaient le tort d'identifier avec le fond de leur doctrine, M. Burdin annonce qu'il fonde, de sa propre bourse, un prix de 3000 francs à décerner au sujet qui manifestera la faculté de lire, soit sans l'intervention des yeux ou du toucher, soit à travers un corps opaque tel qu'une simple feuille de papier. C'était un beau denier pour ce temps-là, où l'on n'avait pas l'habitude des concours pour les grosses sommes, où l'on ignorait les libéralités magnifiques et vraiment royales que nous avons vues depuis lors ; c'était aussi un défi retentissant jeté à la face des importuns, comme il y en a toujours, qui bourdonnaient autour de l'Académie. De divers côtés, d'Allemagne et de France,

des candidats au prix se firent annoncer ; mais, en fin de compte, il n'en apparut que trois, dont les prouesses méritent d'être rapportées.

Le premier sujet qui se présenta pour décrocher la timbale fut Mlle Léonide Pigeaire, de Montpellier ; après une correspondance entre son père et l'Académie, Mlle Léonide arrive à Paris, escortée par sa famille ; mais au lieu de se mettre en rapport avec la Commission académique qui les attendait, ces malicieux provinciaux organisent des séances publiques ; le succès semble couronner leur tentative, et des personnages connus, tels que Mme George Sand et M. de Lesseps, signent des procès-verbaux attestant la clairvoyance de la petite somnambule.

Et la Commission académique attendait toujours.

Enfin M. Pigeaire apparaît devant elle ; mais tout aussitôt il suscite des chicanes : entre autres choses, il veut, sans démordre, que l'expérience se fasse avec un bandeau de son choix, que les académiciens trouvaient insuffisant. Après divers pourparlers, la Commission lui propose d'instituer l'expérience en supprimant tout bandeau, mais en plaçant une feuille de papier blanc sur le livre. Évidemment la condition était fort acceptable ; mais M. Pigeaire ne voulut point s'y soumettre, et les négociations furent rompues.

Il paraît incontestable que si la jeune Léonide avait possédé véritablement la clairvoyance, la proposition ultime qui était faite eût été acceptée par elle et son père : la simple feuille de papier formait un obstacle plus mince que son bandeau ordinaire (morceaux superposés de coton et de taffetas fixés au devant des yeux par des morceaux d'emplâtre). Mais la famille Pigeaire avait de sérieux motifs de ne point renoncer à cet étrange bandeau : en effet, il se décollait d'un côté ou de l'autre ; et c'est si vrai que deux membres éminents de l'Académie, MM. Velpeau et Gerdy, arrivèrent, après quelque exercice et moyennant des contorsions du visage qui décollaient l'emplâtre, à pouvoir lire, eux aussi, comme Mlle Pigeaire.

La deuxième histoire est plus courte et se rattache au nom d'un honnête médecin, le Dr Hublier. Ce brave homme, qui s'était occupé *sérieusement* du magnétisme animal (comme il l'écrivait lui-même avec naïveté à l'Académie), croyait avoir découvert l'oiseau rare qui allait triompher. Il se mit donc en relation avec l'Académie, tandis qu'il s'appliquait à développer consciencieusement et de plus en plus le talent de sa somnambule, « pour arriver, dit-il, au degré de perfection exigé par le programme. » Enfin, dans les derniers jours des délais fixés, que l'on avait même bénévolement reculés, ce bon M. Hublier vient à Paris; mais quelle déconvenue! Son excellente somnambule, Mlle Émélie, préparée pendant quatre ans, était tout simplement faussaire et trompeuse. Tandis que Léonide Pigeaire lisait sous le bandeau, Mlle Émélie apprenait par cœur des passages à lire. En moins de quatre jours son astuce était démontrée par le Dr Frappart; et c'est alors que le naïf M. Hublier écrivit une lettre désopilante où l'on trouve des choses comme celles-ci, expressions d'un ahurissement bien légitime :

« Je suis atterré, meurtri, confondu... Quatre ans d'astuce! quelle persévérance audacieuse!...

» Je ne viens pas vous demander le silence, ni de me ménager; bien au contraire, frappez sur moi, puisque, comme vous l'avez dit, avant son triomphe, la vérité veut des martyrs et des victimes. Toutefois, je ne sais plus si je crois encore à quelque chose; j'ai besoin de me recueillir. »

Signé : Hublier, D.-M. P.

La troisième histoire est tout aussi piquante et instructive ; la voici en deux mots :

Le 1er septembre 1840, un médecin magnétiseur nommé Teste écrivait à l'Académie qu'il pouvait faire voir « une et même deux somnambules lisant à travers les parois d'une boîte de carton et même de bois. » Ici point de ban-

deau, point de taffetas, point d'emplâtre qui se décolle, comme avec les Pigeaire ; point d'éducation à compléter, point d'entraînement à établir, comme chez le pauvre docteur Hublier ; aussi les deux parties furent-elles bientôt en présence.

Cinq jours plus tard, les commissaires de l'Académie étaient réunis à l'heure fixée pour être témoins de la clairvoyance somnambulique.

Laissons ici parler le Bulletin officiel :

La jeune femme (car c'était encore une fille d'Ève) fut magnétisée par M. Teste à l'aide d'une vingtaine de passes ; aussitôt il la déclara en somnambulisme, et il lui remit la boîte choisie qu'il reçut immédiatement des mains du président de la Commission, lequel avait indiqué, d'après la demande qui en avait été faite, la direction des lignes et des lettres sur le fragment de papier imprimé contenu dans la boîte. Peu après M. Teste demanda à la somnambule si elle pourrait lire dans l'intérieur de la boîte ; elle répondit affirmativement. Il lui demanda dans combien de temps elle croyait pouvoir lire ; elle répondit : « Dans dix minutes » ; et tout cela avec une assurance et une conviction vraiment effrayantes.

Cependant la somnambule regardait la boîte, la remuait et la retournait entre ses mains. Dans ses mouvements elle déchira une des bandes qui servaient à sceller la boîte. La remarque en fut faite, et sous ce rapport les choses ne furent pas poussées plus loin.

L'embarras de la somnambule paraissait aller toujours croissant ; elle se consumait vainement en efforts, en apparence du moins très fatigants.... Elle avait annoncé pouvoir lire en dix minutes ; une demi-heure, une heure même s'était écoulée ainsi. Le magnétiseur lui demande combien de lignes il y avait dans la boîte. Elle dit qu'il y en avait *deux ;* il la pressa de lire ; elle annonça qu'elle voyait le mot *nous,* et plus tard le mot *sommes ; nous sommes.* Enfin la somnambule ayant déclaré qu'elle ne pouvait en lire

davantage, la boîte fut retirée de ses mains ; le magnétiseur fit cesser le sommeil magnétique, et la somnambule quitta immédiatement le salon.

La boîte fut ouverte aussitôt en présence de M. Teste ; le fragment de papier imprimé qu'elle renfermait contenait les six vers suivants extraits du discours de Marius, imité de Salluste dans la *Guerre de Jugurtha*, par M. le vicomte Leprevost d'Iray, membre de l'Institut.... :

Encore un mot, Romains, tout est mûr pour la gloire ;
Ma dernière parole est un cri de victoire ;
Nos succès fussent-ils différents ou douteux,
S'arrêter est fatal, reculer est honteux.
Choisissez : Rome libre ou la patrie esclave.
La mort, effroi du lâche, est la palme du brave.

On le voit donc, la boîte ne contenait pas deux lignes, mais six vers, et dans ces six vers il n'y avait ni *nous*, ni *sommes*.

Tel est le récit authentique de cette épreuve ; il était difficile assurément d'aboutir à un échec plus complet, malgré toute la puissance du magnétisme, malgré toute la clairvoyance des somnambules, et — oserai-je le dire ? — malgré les malices de certaines femmes.

Ainsi donc, dans un tournoi solennel ouvert à tous, trois candidats se présentent : le premier pose des conditions impossibles; le second est mis hors de combat avant la lutte, pris en flagrant délit de supercherie; le troisième est convaincu d'impuissance.

Nous en appelons au jugement de tout homme impartial : de pareils faits, précédés d'autres analogues, ne renfermaient-ils pas de quoi provoquer une défiance extrême et presque de l'aversion pour les magnétiseurs ? On comprendra donc l'indignation de l'Académie qui résolut sur l'heure de ne plus s'occuper du magnétisme animal, pas plus que son illustre voisine, l'Académie des sciences, ne s'occupe de la quadrature du cercle et du mouvement perpétuel.

Toutefois, — hâtons-nous de le dire, parce que c'est notre conviction profonde, — cette résolution était excessive au point de vue de la froide raison. De ce qu'un fait annoncé par les magnétiseurs était reconnu mensonger, il ne s'ensuivait pas que tout était erreur ou fausseté dans le système ; l'Académie aurait dû discerner entre l'ivraie et le bon grain. Notons encore ceci : un particulier peut chasser le valet qui l'a trompé ou mystifié ; un corps savant et impersonnel ne doit pas se draper dans sa dignité pour renoncer à ses droits sur un terrain où s'agite la controverse.

Remarquons enfin la malheureuse coïncidence : l'année suivante allait voir se produire un fait important dont nous devons actuellement nous occuper et qui faisait entrer le magnétisme à pleines voiles dans les eaux de la science.

Pour en être témoins, franchissons le détroit et transportons-nous à Manchester.

En cette année 1841, un chirurgien du plus grand mérite, James Braid, assistait à une conférence faite par un magnétiseur ambulant, M. La Fontaine. Rentré chez lui et réfléchissant à ce qu'il avait vu, Braid résolut d'élucider clairement le problème. Bientôt, se livrant à des expériences, il observe que la contemplation d'un objet brillant quelconque, faite dans certaines conditions, établit la situation magnétique qui, ainsi engendrée, prit le nom d'*hypnotisme*, ou bien, en l'honneur de celui qui l'avait le premier soigneusement décrite, la dénomination de *braidisme* ou *braidinisme*.

Toutefois c'est bien à tort qu'on attribue généralement à Braid la découverte de l'hypnotisme proprement dit, la magnétisation par l'immobilité des yeux. Pour se convaincre de l'exactitude d'une rectification que nous croyons nécessaire ici, il suffit de se rappeler la deuxième conclusion du second rapport académique de M. Husson, à savoir, que « dans plusieurs occasions, la volonté, la fixité du regard ont suffi pour produire les phénomènes magné-

tiques, même à l'insu des magnétisés. » Après tout, ce n'est qu'une répétition, sur l'espèce humaine, de l'expérience fameuse que le Père Kircher avait instituée deux siècles auparavant sur des poules.

Malheureusement les travaux du médecin de Manchester ne fixèrent pas l'attention du public et de la science autant qu'ils le méritaient, si bien que la question resta dans l'ombre : à peine quelques hommes sérieux s'en occupaient encore au point de vue médical ou physiologique. Citons en première ligne deux médecins qui entretenaient, pour ainsi dire, le feu sacré couvant sous la cendre : dès 1846, James Esdaille pratiquait largement l'hypnotisme comme moyen d'anesthésie dans les hôpitaux de Calcutta, et le produisait tantôt devant un tribunal, tantôt devant une Commission officielle dont le rapport forme un document des plus curieux ; depuis plus de 25 ans à Nancy, le docteur Liébeault s'est consacré à la théorie et à la pratique du magnétisme animal avec un zèle et un dévouement qui méritent les plus grands éloges. Mentionnons aussi, en Allemagne, les recherches instituées sur les animaux par Czermak et par Preyer, et en France les travaux du professeur Charles Richet qui, en 1875, ramena sur les phénomènes magnétiques l'attention du monde médical. Signalons encore les recherches de la Commission dite du *Burquisme*, constituée par la Société de biologie, et comprenant MM. Charcot, Dumontpallier et Luys. A partir de 1876, cette Commission étudia l'influence des aimants, de l'électricité, et des diverses manœuvres que les magnétiseurs avaient employées pour provoquer le somnambulisme, la catalepsie et la léthargie. Mais en somme la question sommeillait, quand tout à coup — il y a quelque dix ans — un grand bruit se fit, le public s'émut : des magnétiseurs habiles organisaient des représentations qui allumèrent une espèce de fièvre magnétique. Des savants de tous ordres, et particulièrement des médecins, reprirent avec une ardeur nouvelle

l'étude de la question, s'efforçant d'extraire de l'informe minerai quelque métal utile. A Breslau, le célèbre physiologiste Heidenhain ne dédaigna pas de se tenir en rapport avec Hansen, le magnétiseur danois bien connu ; en France, l'illustre Charcot avec ses élèves, formant ce qu'on a nommé l'École de la Salpêtrière, se mit à creuser le terrain ; à Nancy, le Dr Liébeault en vint à fixer l'attention de professeurs distingués appartenant à diverses Facultés, MM. Dumont, Liégeois, Bernheim, Beaunis ; de divers côtés enfin, comme s'il avait été écrit que la question était mûre, des travaux importants ou retentissants virent le jour. C'est ainsi que le magnétisme animal sortit de ses langes ; relégué jusqu'alors dans les sciences occultes, ou du moins tenu en suspicion, il apparut comme l'objet d'un vaste chapitre, intéressant à la fois la physiologie, la thérapeutique, la jurisprudence et la théologie ; ces phénomènes étranges, que l'on avait trop longtemps ou trop souvent considérés en masse comme les produits d'une immense mystification, préoccupèrent les meilleurs esprits et les pouvoirs publics, si bien qu'aujourd'hui en Belgique le magnétisme n'est plus seulement à nos portes, il est dans nos murs, et il faut en délibérer ou y réfléchir.

En 1887, notre Académie royale des sciences entendit une communication concernant le magnétisme due à M. le professeur Delbœuf ; en janvier 1888, à la Chambre des représentants, M. le Dr Thiriar souleva et traita dans les meilleurs termes la grave question des dangers de l'hypnotisme ; quelques jours plus tard, l'Académie royale de médecine était saisie de la question par l'initiative de M. Rommelaere, son secrétaire. Après un débat prolongé, l'Académie conclut à l'affirmation des dangers de l'hypnotisme et à la condamnation des séances publiques où l'on dévoile des procédés qui se prêtent aux plus graves abus. Cette décision importante, sur laquelle le gouvernement peut s'appuyer, s'il veut bien s'intéresser à la question, cette décision importante, dis-je, fut prise à l'unanimité

moins deux voix, ce qui constitue un verdict très imposant, car il y a là quarante fauteuils — comme à l'Académie française.

Mais ce n'est pas seulement devant la science froide et sévère que le magnétisme s'est dressé : il a fait invasion dans le prétoire. Pour diverses raisons, dont quelques-unes d'une nature très délicate, nous ne pouvons dérouler ici son casier judiciaire ; bornons-nous aux choses les plus récentes qui nous révèlent sa marche envahissante. A Paris, en 1886, on eut à débrouiller au palais de justice quatre cas de simulation hypnotique ; jamais en une année on n'avait rencontré quatre faits de cette espèce. Il y a quelques mois à peine, en Belgique même, l'hypnotisme est intervenu devant la cour d'assises de Mons ; presque en même temps se déroulait devant la cour d'assises de Constantine la retentissante affaire Henri Chambige. On s'est demandé, et avec raison, si l'infortunée victime du drame n'avait pas été hypnotisée par Chambige ; et ce ne fut pas seulement par les voix du dehors que cette hypothèse fut formulée ; non, à diverses reprises, elle reparut dans les débats eux-mêmes. Dès la première audience, le président, s'appliquant à préciser le problème mystérieux qu'il s'agissait de résoudre, posait la question de savoir si Mme Grille n'avait pas été fascinée et magnétisée par Chambige ; les avocats et le ministère public discutèrent ce point difficile ; cependant rien ne put être établi d'une manière positive. Pour nous, après avoir lu divers comptes rendus, et notamment les comptes rendus fort détaillés de certain correspondant spécial, si nous osions exprimer une opinion, nous dirions que l'hypothèse d'une hypnotisation est encore celle qui permet de concevoir le mieux le drame étrange de la villa Sidi-Mabrouck.

On comprendra aisément que les médecins, qui avaient été les promoteurs principaux de cette restauration du magnétisme, devaient s'appliquer tout d'abord à faire fructifier dans leur propre domaine un agent si puis-

sant et si souple. C'est en effet ce qui eut lieu, et déjà, de diverses parties de l'Europe, des témoignages formels se sont produits pour attester les services que l'hypnotisme peut rendre en certains cas à l'humanité souffrante ; même un nouveau chapitre de médecine a été créé sous le titre significatif de *Thérapeutique suggestive.*

Le 1er juillet 1886, parut la *Revue de l'hypnotisme,* qui, sous la direction de M. le Dr Edgar Bérillon, constitue un recueil du plus haut mérite.

La Société hypnologique d'Angleterre vient de fonder la *Revue anglaise de l'hypnotisme.* Tous les journaux de médecine sont remplis de faits accumulés comme autant de matériaux pour résoudre le problème à la vogue ; enfin, dans la première quinzaine du mois d'août dernier, il s'est tenu à Paris, durant plusieurs jours, un Congrès de l'hypnotisme. Nous pouvons l'attester pour en avoir été témoin, ces premières assises solennelles se sont signalées par l'importance de plusieurs communications et par des démonstrations expérimentales du plus grand attrait. En présence d'un nombreux public qui s'intéressait visiblement aux débats, l'École de Nancy et l'École de la Salpêtrière se sont trouvées aux prises, l'une donnant à la suggestion hypnotique une extension peut-être exagérée, l'autre ayant restreint, à tort sans doute, ses recherches aux « grandes hystériques ». Nous avons assisté à ces ardents débats, et en considérant l'ensemble du Congrès nous pouvons redire ici ce que nous y avons dit tout haut, que ces premières assises de l'hypnotisme ont dépassé par le succès les espérances de leurs organisateurs ; si bien qu'en clôturant les travaux, on a fondé l'œuvre de futurs congrès analogues sous le titre d'*Association internationale d'hypnologie.*

Ce n'est pas encore tout dans cette renaissance du magnétisme : comme si l'atmosphère des parlements et des académies, des tribunaux et des hospices ne lui suffisait pas, il a débordé vers l'art et vers la littérature ; les « sujets » et

les maîtres de l'hypnotisme ont été produits dans les expositions d'œuvres d'art, et au cours de quelques années nous avons vu paraître des romans remarquables (je ne parle pas des autres) où la suggestion hypnotique forme le principal rouage de l'intrigue : *Jean Mornas,* par M. Claretie (membre de l'Académie française et directeur de la Comédie française), *Alphonsine,* par M. Belot, *Tresse blonde,* par M. Gilbert Augustin Thierry, *Sœur Marthe,* par M. Ch. Épheyre.

Bref, le magnétisme animal s'est échappé du tombeau où semblaient devoir le retenir pour longtemps encore deux puissants gardiens : les exagérations, je dirais presque — si j'osais employer ici ce mot — les sottises de ses propres sectaires, et la défiance presque légitime de la science officielle. Aussi, dans ces dernières années, nous l'avons vu, comme un triomphateur bruyant, occuper les cours de justice et le pouvoir civil, les académies et les revues, les sciences sacrées et profanes, la littérature et les arts, les salons où l'on pratique le savoir aimable, la presse où l'on rend la science populaire, les conférences où l'on s'efforce de faire, avec plus ou moins de succès, de la science à la fois exacte et littéraire.

Mais quelle est donc l'influence mystérieuse qui se cache derrière tous ces faits ? Cette influence pour tous est au fond identique ou similaire ; car elle aboutit aux mêmes manifestations, quels que soient les procédés spéciaux mis en œuvre, si bien que nous pouvons confondre, pour les résultats, mesmérisme, magnétisme, braidisme, hypnotisme, et appeler du nom d'*hypnose* la résultante commune de toutes ces pratiques. — Ici, c'est un peu comme toujours : le pourquoi reste la plus difficile partie du problème. Il y a déjà bien longtemps qu'on l'a dit : *Felix qui potuit rerum cognoscere causas,* c'est à dire, heureux, privilégié, celui qui sait reconnaître les causes des phénomènes. Eh bien donc, avouons-le sans détour : nous ne

connaissons pas encore la modification matérielle qui s'établit dans l'intimité du système nerveux (parties périphériques et surtout parties centrales) pour engendrer l'hypnose. Toutefois, si nous groupons et analysons les phénomènes, nous arrivons à certains aperçus qu'il est temps d'exposer.

Mais, pour les comprendre, il nous faut invoquer tout d'abord un fait des plus importants parmi ceux qui appartiennent au domaine de la physiologie.

Le système nerveux de l'homme, système particulièrement délicat et compliqué dans lequel s'accomplissent les fonctions les plus hautes, nous présente une hiérarchie admirablement combinée : dans la profondeur des organes se cachent les centres de sensibilité obscure et d'actions involontaires, en sorte que le mouvement et la vie se trouvent assurés sans que nous ayons besoin d'y pourvoir par un acte de notre attention et de notre volonté. La grande *archée,* l'âme pensante, a bien autre chose à faire vraiment qu'à soigner pour que les aliments sortent de l'estomac en temps utile, pour que le foie sécrète, pour que le chyle et le sang circulent, toutes choses assurément fort importantes, mais d'une nature subalterne ; et ainsi l'on voit déjà que l'âme consciente et libre se réserve pour des opérations plus nobles ; vous voyez ainsi qu'elle n'a pas été constituée dans l'état d'une modeste servante, mais comme une grande dame qui ne s'occupe pas des infimes détails de sa maison. Nous dirons même, sans être démenti par la science la plus sérieuse, qu'il ne convient pas à l'âme d'intervenir dans ces choses banales qui sont comme les petits mystères de la cuisine ; si elle s'en mêle, elle risque de gâter tout et d'y rencontrer des chagrins, absolument comme certaines maîtresses de maison — même des meilleures, paraît-il, — se créent des misères et compromettent la paix si elles descendent dans les menues affaires de l'office. Veut-on la preuve du fait que nous avançons ? On cesse de respirer naturellement et régulièrement dès que l'on s'observe ; on ne marche jamais plus mal,

au point de vue physiologique, que quand on surveille son allure ; on ne digère jamais mieux que si on l'ignore ; on ne doit sentir ni son cœur, ni son poumon, ni son estomac ; tel est le comble de la santé et la loi de la nature.

Et pourtant ne croyons pas que les organes fonctionnent sans frein et sans règle, affranchis de l'influence des centres nerveux. Loin de là : il existe des mécanismes nerveux, très délicats, très compliqués, qui assurent et gouvernent l'action régulière de tous les rouages ; et c'est merveille de voir comment les organes et leurs freins fonctionnent avec harmonie, ouvriers obscurs et fidèles dans l'usine immense.

Mais au-dessus de cette atmosphère de l'inconscience apparaissent les fonctions les plus élevées de l'économie humaine, disposées en étages successifs dans le système nerveux, remontant de la moelle épinière jusqu'au cerveau. On voit ainsi l'automatisme s'amoindrir et le fameux mouvement réflexe disparaître ; la sensibilité s'affine ; la conscience, la volonté, l'intelligence allument leur flambeau ; aussi sommes-nous tentés de comparer le système nerveux central, ce pivot de la vie, aux montagnes dont le large pied plonge dans les brouillards des vallées, dont les flancs s'illuminent de lueurs croissantes, et dont les sommets rayonnent dans la clarté de l'air et les splendeurs du soleil.

Ainsi donc, à la base du système nerveux, dans les parties inférieures de l'édifice, inconscience, automatisme, mouvement réflexe, le travail obscur et banal du ménage ; aux étages et aux sommets, la sensibilité perçue, le mouvement volontaire, l'intelligence et la liberté, les illuminations du génie, les mérites de la vertu, les grandes déterminations qui engagent la responsabilité de l'homme et qui font son honneur ou sa honte.

Eh bien donc, quel est, au moins pour les phénomènes extérieurs, le trouble introduit par l'hypnotisme dans cette admirable ordonnance ?

E. Masoin.

(La suite prochainement.)

LA

CONSTITUTION DE L'ESPACE CÉLESTE

D'APRÈS M. HIRN

ET D'APRÈS LA THÉORIE ATOMIQUE MODERNE.

L'important ouvrage que vient de publier M. Hirn sur la *Constitution de l'Espace céleste* (1) soulève de trop graves questions, apporte des modifications trop profondes aux idées jusqu'ici reçues, s'appuie d'ailleurs sur des raisonnements et des calculs si remarquables, qu'on ne saurait ni le passer sous silence, ni se borner, pour en rendre compte, à une sèche et rapide analyse.

I

Le point de départ de l'auteur, géomètre que les mathématiques ont conduit à la philosophie, conformément au vœu du divin Platon (2), est tiré, d'une part, du célèbre aphorisme de Newton contre la possibilité de l'*action à distance* sur des agents

(1) *Constitution de l'Espace céleste,* par G.-A. HIRN. — Colmar, Eugène Barth ; Paris, Gauthier-Villars et fils ; 1889.

(2) On sait que le philosophe d'Égine avait fait inscrire sur la porte de l'Académie cette maxime : " Nul n'entre ici s'il n'est géomètre ".

matériels, de l'autre, de la non-matérialité de l'agent qui met en mouvement les corps; c'est surtout cette dernière proposition que le judicieux géomètre s'efforce de démontrer et qu'il démontre en effet, si toutefois l'on admet le concept de la matière tel qu'il l'a adopté.

" Soutenir que la gravité est inhérente et essentielle à la Matière, dit le grand astronome anglais, de telle sorte qu'un corps puisse agir sur un autre, à distance, à travers le *vide*, sans quelque chose d'intermédiaire qui détermine ou transporte cette action réciproque, me semble une absurdité telle que pour y tomber il faudrait être absolument incapable de toute discussion philosophique.

„ La gravité doit être causée par un Agent agissant sans cesse suivant de certaines lois. Mais cet Agent est-il matériel ou immatériel? C'est ce que je laisse au lecteur à décider (1). „

Notre auteur admet comme une proposition évidente par elle-même, comme un axiome, cette opinion de Newton, en ajoutant que ce que Newton dit de la gravité s'applique *à fortiori* aux relations de lumière, de chaleur, d'électricité, etc. Quant à l'alternative que le génie d'outre-Manche laisse au public le soin de trancher, le géomètre alsacien l'envisage en se prononçant énergiquement contre l'opinion très répandue qui ferait de ce quelque chose intermédiaire, de " cet Agent de relation indispensable „, une matière pondérable à l'état de gaz diffus, aussi rarissime que l'on voudrait, laquelle remplirait l'espace et établirait les relations des corps célestes entre eux.

Ce gaz diffus, d'une ténuité dépassant les efforts de l'imagination humaine, et qui est désigné sous le nom d'*éther*, est battu en brèche par notre auteur avec une puissance de dialectique dont nous essaierons tout à l'heure de donner quelques exemples.

" L'*éther* qui remplit les espaces célestes et pénètre dans tous les corps, écrivait feu le savant abbé Moigno à l'Académie des sciences, est le principe à la fois de la matière et de la force, c'est-à-dire le premier et principal agent de tous les phénomènes de la nature „ (2). Des atomes simples, sans volume, inertes en eux-mêmes mais animés de mouvements vibratoires, constituent l'éther et entrent également dans la composition de tous les corps, formés eux-mêmes de molécules qui ne sont autres que des groupes d'atomes d'éther en nombre défini " et distribués

(1) Letter III. *For* M. Bentley, *at the Palace at Worcester*. Cité par M. Hirn, *Introduction*, pp. 1 et 2.

(2) *Note* présentée à l'Académie des sciences dans la séance du 16 avril 1883.

systématiquement sous forme polyédrique. „ L'hydrogène est constitué par un groupe primaire d'atomes éthérés, et tous les autres corps simples communs à la terre et aux astres sont formés de molécules d'hydrogène différemment groupées, de telle sorte que la molécule de chaque élément est un multiple de la molécule d'hydrogène (1).

Cette conception paraît ingénieuse mais assez arbitraire. En tout cas elle implique l'identité de nature entre la matière proprement dite et l'éther ; et sur une telle donnée M. Hirn établit une réfutation écrasante de la théorie de l'éther en tant que matière subtile mais pondérable, formant dans l'espace illimité un milieu continu et parcouru par des ondulations variées, malgré l'explication d'ailleurs parfaitement satisfaisante que celles-ci donnent des phénomènes de la lumière, de la chaleur, de l'électricité, etc.

Car si ce milieu matériel existe, comment se fait-il que les astronomes ne puissent constater aucune trace de résistance contre les mouvements des planètes, de leurs satellites, des comètes elles-mêmes dont la masse est pourtant si infime relativement à d'énormes volumes ? A l'appui de cette grave objection, M. Hirn s'est livré à de bien curieux calculs concernant les mouvements de la Terre, de Mercure, de la Lune, du premier satellite de Mars (Phobos) et de la comète d'Encke. En ce qui concerne ce dernier astre, il fait voir que les perturbations de son mouvement aux approches du périhélie ne prouvent en aucune façon, comme Encke l'avait cru, la résistance d'un milieu, laquelle amènerait forcément le raccourcissement du grand axe de l'orbite cométaire, ce qui n'a pas lieu, — mais qu'elles s'expliquent tant par l'influence des planètes que par les mouvements intérieurs dont la comète est le siège pendant la durée de son passage au périhélie.

Il serait trop long de citer toutes les conséquences auxquelles ses calculs relativement aux autres astres conduisent notre sagace écrivain. Mentionnons-en seulement quelques-unes.

Voulant montrer qu'il suffirait d'une quantité incroyablement faible de matière diffuse pour modifier notablement le mouvement moyen des corps célestes, il trouve par ses calculs que pour produire une accélération séculaire d'une demi-seconde dans le mouvement moyen de la Lune, il suffirait *d'un kilogramme* de matière diffusé dans un nombre de mètres cubes représenté par

(1) Moigno, *loc. cit.*

le chiffre 975 333 850 000 000, autrement dit, en nombres ronds, 975 *trillions* de mètres cubes ou 975 000 *kilomètres* cubes ! On se ferait une idée de ce volume en imaginant une tour cylindrique qui aurait cent hectares de base et une hauteur égale à trois fois la distance de la Terre à la Lune, soit près d'un million de kilomètres.

M. Faye, l'éminent président du Bureau des longitudes, a exposé le 7 janvier dernier à l'Académie des sciences, en lui rendant compte du livre du savant Alsacien, que, pour se représenter cette dilution d'une rareté extrême, il en a comparé la densité à celle de l'air excessivement raréfié qui reste dans les appareils pneumatiques perfectionnés où M. Crookes parvient à faire le vide au *millionième*. Or, le milieu supposé par M. Hirn serait encore un million de fois plus rare ! sa densité serait le *millionième du millionième* de la densité de notre air respirable, soit un *trillionième*, fraction infinitésimale, ayant l'unité pour numérateur, et pour dénominateur l'unité suivie de douze zéros.

Ce n'est pas tout. Il faut tenir compte encore des effets calorifiques produits par ce milieu si prodigieusement subtil sur les astres qui s'y meuvent avec leurs extrêmes vitesses. M. Hirn trouve que ce gaz interstellaire supposé acquerrait, par le choc contre la surface de la Lune, une température de 38 000°. Et M. Faye, en calculant la quantité de matière rencontrée par la surface antérieure de la Lune, même avec l'infime densité évaluée au trillionième de celle de notre air atmosphérique, trouve que cet astre serait, à chaque minute, en contact avec une masse de 600 kilogrammes ; et que cette masse étant à la température de 38 000°, elle s'élèverait à 300 000° si le gaz était constitué de particules indépendantes à l'état cinétique.

Il y a mieux encore, et M. Hirn s'est trouvé conduit à un ordre de considérations dont personne ne s'était avisé avant lui. Ce qui précède se rapporte à la Lune, c'est-à-dire à un astre dépourvu d'atmosphère. Que serait-ce pour les planètes entourées d'une atmosphère, comme la Terre, Vénus, Mars, Jupiter ? L'action d'un milieu résistant, de quelque inimaginable rareté qu'on le suppose, aurait pour effet inévitable d'expulser peu à peu les couches successives de leur atmosphère, à commencer naturellement par les plus élevées, de manière à les en dépouiller complètement à la longue, jusqu'à celle qui baigne leur surface inclusivement, y rendant ainsi finalement toute vie organique impossible.

Mais cela étant, et si l'on admet d'après les preuves aussi variées

que sans réplique fournies par M. Hirn, que « ce n'est point de la matière diffuse qui remplit l'espace et qui établit les relations entre les corps célestes » ; si l'on accepte d'autre part comme une vérité de sens commun, comme un axiome, l'opinion de Newton sur l'impossibilité de l'action à distance ; enfin si l'on conclut qu'il y a *quelque chose* dans l'espace qui agit sur les corps pour réaliser les phénomènes de la gravitation, de la chaleur, de la lumière, de l'électricité ; — quel peut bien être ce quelque chose qui n'est point matière et qui est la cause des phénomènes matériels ?

M. Hirn a sans doute réponse à cette question ; il ne l'aurait évidemment pas posée sans se sentir ou se croire à même de la résoudre. Restera à examiner si sa réponse est pleinement satisfaisante et ne laisse prise à aucune difficulté, à aucune objection.

Pour M. Hirn, il y a, comme milieu interstellaire, ou plus généralement intercorporel, intermoléculaire, il y a la FORCE, celle-ci étant définie : toute cause capable de mettre la matière en mouvement *sans l'existence d'un mouvement antérieur*. Toutefois, en raison de la multiplicité des genres de force qui règlent les relations d'astres à astres, cette dénomination trop limitée, trop spécifique pourrait conduire à des méprises. C'est pourquoi notre auteur la remplace par celle d'*élément dynamique*, c'est-à-dire agent intermédiaire ou agent de relation (1).

En présence d'un savant de premier ordre, et qui plus est, d'un esprit d'une rare élévation et d'une grande puissance de logique, le jugement est difficile ; et, devant une œuvre aussi magistrale que la *Constitution de l'Espace céleste*, le critique se sent mal à l'aise pour formuler une appréciation qui soit autre chose qu'un éloge. Mais, d'autre part, l'honneur de tenir une plume n'implique-t-il pas le droit, disons mieux, le devoir d'exprimer ses appréciations avec cette indépendance honnête et cette franchise de bon aloi qui d'ailleurs s'allient si bien à la considération des personnes et au respect dû aux maîtres du savoir? Qu'il nous soit donc permis de faire connaître les doutes et les incertitudes que laisse en l'esprit une pareille solution, et la préférence qui semble devoir être conservée à la moderne théorie atomique.

Qu'est-ce que cet agent intermédiaire ou de relation, cet élément dynamique, qui n'est point la matière, — puisque, en dehors des corps distincts, Soleil, Planètes, Satellites, Comètes, Aéro-

(1) Introduction, p. 13.

lithes, poussières cosmiques et *peut-être* Nébuleuses, " l'espace est complètement libre aujourd'hui „ (1), — et qui cependant semble étendu, puisqu'il relie entre eux tous ces corps sporadiques dont il est convenu qu'ils ne sauraient agir à distance les uns sur les autres sans son intermédiaire ?

Si l'*élément dynamique* n'est point matériel par quelque côté, il ne saurait être étendu. Serait-il donc *esprit?* Il ne serait point en tout cas une substance spirituelle *libre,* puisqu'il agit suivant des lois mathématiques rigoureusement déterminables, par conséquent d'une manière fatale. Sans doute on peut répondre que de simples *forces* doivent se concevoir, non pas comme des substances, mais comme les agents non matériels d'une cause supérieure et substantielle ; et si nous avons bien saisi l'esprit général du livre que nous examinons, telle doit bien être la pensée de l'auteur, dont le sens spiritualiste se révèle presque à chacune de ses pages. Mais alors, si cet élément dynamique, autrement dit cet ensemble de forces, n'est qu'un agent ou plutôt une collection d'agents qui ne sont ni matériels ni substantiels et possèdent cependant une réalité objective, qu'est-ce autre chose sinon la *loi* à laquelle les a soumises la cause substantielle et première de toutes choses, la Puissance créatrice, Dieu en un mot ?

Certes, la pensée est belle et philosophiquement inattaquable. Mais est-elle scientifiquement satisfaisante ? Remplacer l'action à distance, traitée d'absurde sur la foi de Newton, par la loi des mouvements des corps et de leurs actions réciproques dans l'espace, n'est-ce pas un peu jouer sur les mots ? Car enfin, quel esprit sensé pourrait entendre le terme d'*action à distance* autrement que comme l'expression de la loi dynamique qui régit les mouvements des corps ? Or c'est précisément le mode d'action de cette loi qu'il s'agit de déterminer. M. Hirn démontre admirablement et avec toute la rigueur mathématique qu'on ne saurait l'expliquer par l'existence d'un fluide pondérable, si subtil qu'on le suppose, qui serait répandu à travers les espaces interstellaires, comme l'avait admis toute une école de savants. Mais en réalité il ne fournit pas une autre explication : il supprime l'éther pondérable, il ne le remplace pas.

(1) Préface, p. XI.

II

Avant de développer cette proposition, il ne sera sans doute pas inutile d'analyser rapidement l'œuvre de M. Hirn, de manière à en faire connaître les divisions et l'économie. Nous n'en avons indiqué jusqu'ici que la marche générale et les principales conclusions.

Ce livre, bel in-4° de XXIII-332 p. à larges marges, imprimé avec le plus grand soin, se compose principalement de deux parties très distinctes : 1° une *Introduction*, qui comprend près du tiers du volume et qui est beaucoup plus qu'une simple introduction, comme on aura occasion de le voir ; 2° la *Constitution de l'espace céleste* proprement dite, qui comprend les démonstrations techniques et les équations donnant la preuve mathématique et par conséquent rigoureusement logique des prémisses émises par l'auteur et qu'il a exposées et développées, dans l'Introduction, en un langage austère sans doute, mais accessible aux esprits cultivés bien que peu familiers avec les mathématiques supérieures. L'Introduction est elle-même précédée d'une *Préface* commençant par une flatteuse dédicace à S. M. l'Empereur du Brésil, et qui est, en réalité, sauf le nom, la véritable introduction à l'ensemble de l'ouvrage.

La pensée qui se révèle dans cette préface et qui domine, au surplus, le livre tout entier, est indiquée par cette citation de Schiller placée en épigraphe au-dessous du titre du volume : “ Bien au-dessus du Temps et de l'Espace, agit une sublime Pensée vivante ; et si, en un éternel trouble, tout incessamment tournoie, un Esprit paisible dure à travers le trouble. „ Vrai savant et vrai philosophe, étranger à tout esprit de secte et à tout parti pris, l'auteur déclare qu'on ne persuadera jamais à aucun homme sensé “ d'admettre que le splendide spectacle de l'univers qui se déroule devant nous dans l'espace et dans le temps, dérive du conflit perpétuel des atomes de la matière se heurtant et s'unissant au hasard „.

Nous avons à signaler dans l'*Introduction* quatre parties distinctes. La première, sorte de prolégomène composé de deux à trois pages seulement, consiste dans l'exposé des but, plan et conclusions de l'ouvrage, lesquels peuvent s'énoncer abréviativement de la manière suivante : L'espace stellaire est rempli par un milieu qui établit entre les astres les rapports d'attraction, de lumière, de chaleur, d'électricité, de magnétisme;

Newton a rendu, quant à l'existence de ce milieu, un véritable verdict; et si le grand astronome anglais a paru indécis sur la détermination de sa nature, la science de nos jours résout ce doute de la façon la plus impérieuse, en ce sens que la " substance „ qui remplit l'espace infini (?) est d'une nature absolument autre que la matière.

Suit une " première division „ dans laquelle sont développées les conséquences de cette " Proposition fondamentale „, relativement : 1° à ce que l'auteur appelle la Philosophie naturelle, et 2° à la Physique générale.

1° La Force, l'Élément dynamique considéré d'une manière générale, n'est point une hypothèse, une sorte d'entité métaphysique dépourvue d'existence réelle, mais au contraire une réalité objective et physique. A cette occasion, notre savant géomètre émet sur la philosophie de saint Thomas d'Aquin une opinion dont on serait peut-être en droit de conclure qu'il la juge sans en avoir pris au préalable une connaissance suffisante, alors qu'il la donne comme sortie tout entière d'un cerveau humain, du génie d'un homme livré à ses seules forces, en opposition à celle qui découle presque spontanément des faits acquis. Quelque vaste et puissant qu'ait été le génie de l'illustre dominicain, il n'est pas exact de dire qu'il ait puisé toute sa science dans son cerveau seulement et qu'il ait inventé la philosophie scolastique. C'est à Aristote même qu'elle remonte, et Aristote, à l'inverse de Socrate et de Platon, l'avait fondée en s'appuyant sur l'observation scientifique, dans une mesure véritablement surprenante, vu l'état des connaissances au temps où il vivait. Sans aucun doute, « quelque génie qu'ait un homme, il lui faut pourtant posséder la connaissance d'un certain nombre de phénomènes, s'il veut déterminer les lois de la nature et les causes en activité; „ mais Aristote remplissait admirablement ces conditions dans la mesure du possible; il s'était occupé, non sans succès, des phénomènes biologiques dont il connaissait un grand nombre, et avait pu décrire avec beaucoup d'exactitude l'organisation des animaux. Saint Thomas n'était étranger à aucune de ces connaissances; il n'avait donc pas " *deviné, inventé,* „ mais bien " fondé scientifiquement „ la philosophie du moyen âge. Il est vrai que, de son temps, les notions de gravitation, d'électricité, de calorique, n'existaient point, surtout au sens tout moderne de ces mots; et l'on peut concéder sans hésitation à notre savant Alsacien que si saint Thomas revenait parmi nous, avec toute la puissance intellectuelle, toute l'étendue du génie dont il fut favorisé au

XIIIe siècle, " il serait le premier à transformer sa doctrine et à l'approprier aux faits acquis de nos jours. „ Est-il également exact que quelques-uns de nos modernes thomistes ne tiennent pas suffisamment compte, en appliquant la doctrine du Maître, de la différence des temps et du progrès des connaissances dans le vaste champ de l'observation? Nous n'avons pas qualité pour trancher cette question. Mais de tout cela il y a loin à faire de saint Thomas un *inventeur* ayant *deviné* la philosophie scolastique et l'ayant fait sortir tout armée de son esprit, comme la Minerve antique du cerveau de Jupiter.

Cette réserve faite en passant, applaudissons à la dialectique vigoureuse avec laquelle notre auteur fait justice de cette prétention de certaine école à n'avoir pas à s'occuper ni à se soucier de ce que l'esprit ne comprend pas dans son essence. " De ce que nous ne pouvons et ne pourrons jamais comprendre, s'écrie-t-il, l'essence, la manière d'être de la matière, de la force, de l'âme, de Dieu, s'ensuit-il que nous ne puissions scientifiquement constater ces existences et surtout qu'il soit inutile de nous en occuper? „ Plusieurs importantes considérations sont ensuite développées pour démontrer la possibilité de ces constatations et l'utilité des recherches qui peuvent y conduire. Quantité de faits sont énumérés que nous constatons forcément, et même que nous subissons et sommes bien forcés d'accepter, " que nous les comprenions ou non „. A cette occasion, l'auteur est amené à exposer comment les éléments constitutifs de l'Univers n'existent pas de toute éternité et ont eu nécessairement un commencement. Mais, par une singulière contradiction, échappée à la sagacité habituelle du très savant écrivain, cette infinité qu'il refuse en toute justesse au temps, il l'accorde à l'espace, à l'univers! " Rien absolument, nous dit-il (p. 36), ne nous autorise plus à soutenir que l'univers soit fini, comme on l'a avancé jadis en partant de certaines théories préconçues; *tout,* au contraire, *tend à prouver que les mondes s'étendent à l'infini dans l'espace* (!!). „ Et il ajoute, d'après une logique dont, ici, nous ne parvenons pas à saisir le lien : " Il résulte de là visiblement que ce n'est pas de l'infini que sont arrivés les atomes destinés à former les corps célestes. „ Mais il semble que, tout au contraire, si " les mondes s'étendent à l'infini dans l'espace, „ à bien plus forte raison s'y étendent aussi les atomes qui, formant les mondes par leurs condensations, doivent exister en nombre incomparablement plus grand. Il est vrai que nous arrivons par là à deux nombres infinis et pourtant différents, l'un étant plus

grand que l'autre, ce qui implique contradiction. Et c'est là ce qui rend saillante l'erreur de l'espace infini, des mondes infinis : les nombres, les quantités quelles qu'elles soient, ne peuvent être infinis qu'à la condition d'être en même temps *indéterminés*, comme l'a si péremptoirement démontré ici même le très regretté Père Carbonnelle (1). On peut dire avec vérité que le nombre des mondes *possibles* est infini, parce que ce qui n'est que possible est essentiellement indéterminé ; mais le nombre des mondes actuellement existants, quelque immense qu'on le suppose, et bien que nous ne puissions pas le représenter par des chiffres, est nécessairement déterminé et partant fini. Il en est de même des atomes dont les agglomérations constituent tous ces mondes : leur nombre est un multiple par un facteur formidable de ces mondes eux-mêmes ; mais produit d'un nombre fini par un nombre fini, il est également fini. D'ailleurs comment notre très estimable savant, philosophe en même temps que mathématicien, ne s'est-il pas aperçu d'une autre contradiction ? Refusant l'infinité au temps, comment n'a-t-il pas vu que s'il l'accorde aux mondes qui peuplent l'espace, il détruit par là-même la valeur des démonstrations par lesquelles il établit, très rationnellement du reste, la non-infinité du temps ? En effet, si les mondes pouvaient s'étendre à l'infini dans l'espace — ce qui impliquerait la possibilité du nombre à la fois déterminé et infini, — il n'y aurait plus aucun motif de refuser le même caractère, la même possibilité à la série, au nombre des unités, quel que soit leur ordre, siècles, ans ou heures, dont se compose la totalité du temps. Si l'on admet, au contraire, ce qui est la vérité et ce qui se démontre mathématiquement, qu'un nombre déterminé, quelle que soit sa grandeur, est nécessairement fini ; que par conséquent le nombre des unités, siècles, jours ou instants, comprises dans le temps, est, au moment même où nous les signalons, un

(1) Revue des quest. scientif., avril 1878, t. III, *L'Infini dans le temps et dans l'espace. — Confins de la science et de la philosophie*, t. I, p. 227 et suiv., chap. iv.

Cette démonstration a été également donnée, sous une forme un peu différente, par feu M. de Saint-Venant, membre de l'Institut de France (section de mécanique), ancien ingénieur en chef, etc., dans le *Complément* d'un mémoire sur *La constitution des atomes*, complément qui forme une annexe au tome II des *Annales* de la Société scientifique de Bruxelles, année 1877-1878.

Voir aussi un très intéressant opuscule intitulé : *Des origines du monde et des lois qui le régissent*, par A. de Pillon de Saint-Philbert, ancien élève de l'École polytechnique et membre de l'Académie des sciences de Rouen. — 1881, Rouen, imp. Léon Deshays.

nombre fini, d'où résulte que le temps a eu un commencement ; il faut nécessairement admettre, et pour les mêmes raisons, que le nombre des astres, des objets sidéraux de toute nature qui peuplent les espaces, est un nombre fini, comme également fini est le nombre, dépassant d'ailleurs tout effort de l'imagination humaine, des atomes qui entrent dans leur composition. Admettre l'infinité des mondes existants dans l'espace, c'est admettre inévitablement leur éternité ; car s'ils ont eu un point de départ, un commencement, leur nombre lui-même a un commencement et conséquemment n'est pas infini. Or notre auteur démontre trop péremptoirement que " les éléments du monde physique ont commencé à exister à un moment donné, „ pour qu'il nous soit nécessaire d'insister davantage sur cette critique de détail.

2° Au point de vue de la Physique générale, les conséquences de ce que M. Hirn appelle la proposition fondamentale sont, en premier lieu, que l'élément dynamique est essentiellement multiple, et ensuite que l'on ne peut jamais faire abstraction, dans tout phénomène physique, si limité soit-il, de l'intervention du milieu dynamique ambiant. Le principe de la transformation des forces doit être remplacé par celui de l'équivalence et de la *substitution:* le mouvement, par exemple, ne se *transforme* pas en chaleur ou en électricité, mais une somme de chaleur ou d'électricité équivalente se *substitue* au mouvement interrompu. La belle et nouvelle science fondée par M. Berthelot, l'Électrochimie, " constitue, dit le savant écrivain, une des plus magnifiques preuves de l'équivalence des forces et de l'aptitude qu'elles ont à se substituer les unes aux autres „. Or, si l'on n'admet pas l'intervention nécessaire du milieu dynamique, " qui se trouve dans les corps aussi bien qu'en dehors d'eux à l'infini (!) „, dans tout phénomène physique quelque limité qu'il semble, comme par exemple la chaleur développée par le frottement de deux corps solides ou d'un corps solide avec un liquide, il ne reste plus qu'une seule explication plausible : " c'est que la chaleur est un mouvement vibratoire des atomes mêmes du corps, et que le frottement excite ces vibrations. „

Nous devons avouer que cette dernière explication nous satisfait davantage, au moins jusqu'à plus ample informé, que la présence de ce milieu dynamique ambiant qui n'est ni matière ni esprit, et dont on a quelque peine à se figurer la nature. Il ne nous paraît pas " avec le caractère de l'évidence „ que l'idée d'une conversion continue de mouvements de la matière les uns

dans les autres soit " tout au moins aussi absurde „ que celle d'une création continue sur place à chacun des moindres phénomènes de l'ordre matériel.

III

Sous toute réserve de notre défaut de compétence et de l'insuffisance de nos lumières en une telle appréciation, passons à la " Deuxième division „ de cette Introduction qui contient, sauf les formules algébriques, toute la doctrine du Maître.

On expose, dans cette deuxième division, les conséquences de la " proposition fondamentale „ quant à l'origine, à la constitution et à la stabilité des astres; et cet exposé se répartit entre ces deux ordres d'idées: la *Pluralité des mondes habités,* et la question de savoir si " notre Soleil, avec toutes les Étoiles, est destiné à s'éteindre un jour „.

On ne s'attendait guère, ce semble, à voir en cette affaire surgir la question passablement chimérique de l'habitation des astres. L'on doit être excusable d'éprouver quelque étonnement à lire, sous une plume aussi grave et aussi autorisée que celle de notre éminent auteur, des propositions comme celle-ci: " Il n'y a plus aujourd'hui un astronome sensé *qui doute un instant* de la vie organique sur d'autres mondes „; et, à propos des planètes obscures qui peuvent circuler autour des étoiles ou de certaines étoiles, ce que nos instruments et nos moyens d'investigation ne nous permettent pas d'ailleurs de constater: " Pas un astronome ne doute de l'existence de ces planètes; bien plus, pas un ne doute qu'elles ne puissent être habitées. „ Des assertions aussi formelles sur des faits aussi peu démontrables se comprendraient mieux de la part de certains autres savants de plus d'imagination et d'enthousiasme que de raison calme et réfléchie.

Dans les sciences d'observation, il n'y a de certain que ce qui a pu être explicitement constaté. Quelque vraisemblable, probable si l'on veut, que soit, autour des étoiles ou au moins d'un grand nombre d'étoiles, l'existence de planètes opaques, analogues à celles qui font cortège à notre Soleil, ce ne sera une chose certaine, une chose dont il ne sera plus permis raisonnablement de douter, que quand, soit par l'observation directe, soit par la constatation de phénomènes encore inconnus, inobservés jusqu'ici, et dépendant de cette existence, celle-ci aura pu

être sûrement établie. Quant à la possibilité de leur habitation, elle est plus incertaine encore. Que les planètes autres que notre terre et les satellites qui circulent autour du Soleil soient maintenant, aient été jadis ou doivent être un jour le séjour d'êtres organisés, doués de vie organique, cela est assurément possible; nous dirons même que, prise dans cette généralité, qui contient, en outre du présent, l'éventualité du passé et de l'avenir, l'hypothèse ne laisse pas de présenter un certain degré de vraisemblance. Elle est même, il en faut convenir, fort séduisante pour l'imagination. Il n'en est pas moins vrai que ce n'est qu'une hypothèse, sur laquelle nous n'avons aucun moyen de contrôle, et dont nous ne pourrons jamais, dans la supposition la plus favorable, constater que la simple possibilité; M. Hirn en convient lui-même. A bien plus forte raison en est-il de même en ce qui concerne les planètes, elles-mêmes hypothétiques, qui circuleraient autour d'un certain nombre de ces soleils lointains qu'on est convenu de dénommer *Étoiles fixes*. Encore, plus d'une objection sérieuse serait-elle soutenable à l'encontre de cette possibilité. N'est-ce pas dans l'Annuaire publié par le Bureau des longitudes en 1874 que M. Faye, président de cet illustre corps, a énuméré et mis en relief les plus saillantes de ces objections? Parmi nos planètes, les unes, comme Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, sans parler des inclinaisons sur les orbites, sont trop peu avancées encore dans leur évolution pour que la vie organique telle que nous la connaissons y soit possible; d'autres, comme Vénus et Mercure, par leur rapprochement du Soleil, par le degré d'inclinaison de leur axe, par la grande excentricité de l'orbite de l'une d'elles, par l'extrême hauteur relative de leurs montagnes, offrent un ensemble de conditions qui semblent exclusives de l'existence de la vie à leur surface; la Lune, dépourvue de toute atmosphère, astre mort et glacé, est essentiellement impropre à entretenir la vie: nul ne saurait le démontrer mieux que ne le fait M. Hirn lui-même. Reste la planète Mars; encore, " l'aspect de ses continents rouges contrastant avec ses mers verdâtres, dit M. Faye, n'est guère favorable à l'idée d'une vie organique longuement développée à sa surface. „ Ajoutons que l'opinion exprimée par M. Faye en 1874 se trouve singulièrement fortifiée par les bouleversements périodiques et bizarres constatés, depuis ces dernières années, sur cette planète voisine de la nôtre. Quant aux planètes qui circulent ou sont censées circuler autour des étoiles, M. Faye démontre qu'il faut exclure de la possibilité de la vie à leur surface, celles qui, non encore

éteintes, sont encore elles-mêmes à l'état de soleils, comme le satellite de Sirius par exemple ; celles qui tournent autour d'étoiles colorées, rouges, vermillon, brique, roses, bleues, vertes, " dont la lumière manque de certaines radiations nécessaires au développement des êtres organisés ; " celles qui circuleraient autour soit des étoiles *variables,* dont la lumière et la chaleur subissent des variations assez profondes pour leur enlever toute constance, soit des étoiles temporaires ou intermittentes, qui s'éteignent et se rallument alternativement ; celles encore émanant de soleils très jeunes, nébuleuses jusqu'ici trop peu condensées pour offrir un développement suffisant de lumière et de chaleur ; celles enfin qui auraient pour centres d'attraction des soleils vieillis, où la température serait déjà assez abaissée pour que les éléments existant à leur surface commençassent à s'associer en combinaisons chimiques révélées par la disposition cannelée des raies de leur spectre. Car, dit M. Faye, un soleil ne saurait entretenir la vie qu'à la condition de n'en posséder lui-même aucune trace (1). Il est vrai, en ce qui concerne cette dernière objection, que l'éminent auteur du livre que nous analysons pourrait lui opposer une fin de non-recevoir, car il n'admet pas, nous le verrons un peu plus loin, que notre soleil, comme les étoiles fixes, ces autres et lointains soleils, soit destiné à se refroidir et à s'éteindre.

En tout cas, l'on voit combien la question de l'habitabilité des astres est vague et incertaine. Sans doute, quelques-unes des objections que nous venons d'indiquer disparaissent, au moins en partie, si nous remplaçons le présent (cosmogoniquement parlant) par le passé ou par le futur : ainsi la Lune, par exemple, a pu être habitable et habitée, il y a des myriades de siècles, lorsque notre sphéroïde, déjà condensé à l'état d'étoile mais non encore encroûté à la surface, brillait de son propre éclat dans l'espace ; Neptune et Uranus, que l'on croit être encore à l'état gazeux, Saturne et Jupiter, un peu plus avancés dans leur évolution mais non encore solidifiés, les uns et les autres incandes-

(1) M. Faye, ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES pour 1874, *Notices.* — Voir aussi, du même savant : *Sur l'origine du monde,* Paris, Gauthier-Villars, 1re édition, 1884, pp. 244 et suiv., et 2e édit., 1885, pp. 297 et suiv. — L'auteur y énumère avec tous les développements utiles les conditions de la vie dans l'univers, montre de quels détails infimes souvent elle dépend d'une manière nécessaire, et fait voir soit l'impossibilité de leur réunion, soit au moins son improbabilité, sur la plupart des astres accessibles à nos investigations et à notre étude.

cents, sont assurément inhabitables et l'ont toujours été. La vie y deviendra-t-elle possible dans un nombre plus ou moins grand de milliers de siècles, malgré leur extrême éloignement du Soleil ? Nul ne le sait ni ne saurait le pressentir ; et, vu cet éloignement, les vraisemblances seraient plutôt pour la négative. Pour des raisons contraires, des vraisemblances analogues se présentent en ce qui concerne Vénus et Mercure. Quant à Mars, il est possible que cette planète ait été habitable dans un passé beaucoup moins reculé que celui de la Lune : mais nous sommes ici en plein dans le domaine de l'imagination et de la conjecture beaucoup plus que dans celui de la science (1).

Au reste, il n'est que justice de reconnaître que de l'ensemble des considérations très savantes que développe notre auteur dans une vingtaine de pages, il résulte clairement et logiquement que " l'habitabilité " des astres, c'est-à-dire leur aptitude à être le séjour de la vie organique, est nulle pour un grand nombre, et pour les autres simplement *possible* dans des conditions qui nous sont d'ailleurs inconnues. Réduite à ces termes, la question de la pluralité des mondes ne sort assurément pas du domaine scientifique, étant données surtout les hautes considérations sur lesquelles l'auteur l'appuie ; mais peut-être eût-il été préférable, en ce cas, d'introduire cette question d'une manière moins affirmative au début, et d'accorder de moins pompeux éloges, également, à certains vulgarisateurs pour qui les sciences physiques et naturelles ne sont guère qu'un prétexte à étayer des divaga-

(1) Il est juste d'ajouter que le problème sinon de l'*habitation*, du moins de l' " habitabilité " (pour employer un néologisme qui s'impose) des astres a été, tout récemment, scientifiquement posé par un membre éminent du Bureau des longitudes, M. Janssen. Dans la relation de son expédition au Mont Blanc (Cf. Annuaire du B. d. L. de 1889), pp. 736 et suiv.) le courageux astronome laisse entrevoir la possibilité de savoir un jour, grâce à l'étude approfondie des atmosphères planétaires, si les conditions qui rendent possible la vie telle que nous la connaissons, se trouvent réalisées sur les planètes.

Antérieurement, un autre savant astronome appartenant à l'Observatoire et à l'Institut, M. Ch. Wolf, avait ajouté à son beau livre sur *Les hypothèses cosmogoniques* (1886, Gauthier-Villars) un appendice *Sur les habitants des astres :* il considère leur existence comme probable si l'on envisage, en même temps que le présent, le passé et l'avenir cosmiques, et s'appuie pour cela sur des considérations plutôt philosophiques qu'astronomiques. Pas plus que M. Janssen d'ailleurs, il ne donne la chose comme une certitude scientifiquement acquise, mais plutôt comme une conjecture probable et qui sourit à l'imagination.

tions plus ou moins déclamatoires sur des matières philosophiques et religieuses qu'ils n'ont point étudiées et dont ils paraissent ne posséder même pas les premiers éléments.

IV

On a dit un peu plus haut que notre savant auteur conteste que le Soleil et les étoiles fixes soient destinés à se refroidir et à s'éteindre. Il pose cette proposition sous forme interrogative comme titre d'un des chapitres de son introduction ; et, dès les premières pages, il s'efforce de démontrer que le raisonnement d'après lequel tout ce qui a un commencement a nécessairement une fin, n'est que spécieux, et ne correspond à rien de réel. " Notre vie organique commence, notre âme *s'allume* à un certain moment ; „ ce n'est pas une raison pour qu'elles *s'éteignent* tôt ou tard." Il existe en géométrie des courbes très caractérisées qui ont un commencement et qui au contraire peuvent être continuées à l'infini. „ Pareillement, de ce qu'un être *commence* en tel point " de l'espace infini et de l'éternité „ (!), il n'y a pas de raison nécessaire pour qu'il *finisse* en un autre point. " L'infini de l'espace et du temps se trouve en arrière de ce commencement tout aussi bien qu'en avant ; il n'y a donc aucune raison subjective pour affirmer qu'il doive y avoir un terme dans l'existence de cet être. „

Ces raisonnements n'impliqueraient-ils pas certaines confusions ? Il n'y a d'abord nulle parité à établir entre " notre vie organique „, qui *s'éteint* invariablement en un temps plus ou moins long après avoir été *allumée,* et " notre âme „, dont l'immortalité se démontre par des considérations d'ordre moral et métaphysique sans application au monde purement matériel. L'exemple des courbes géométriques qui ont un commencement et peuvent cependant être continuées à l'infini, nous semble mal concluant : il s'agit ici simplement d'un être de raison, d'un simple possible *in abstracto*, nullement d'une réalité concrète comme le monde extérieur. Un être quelconque de ce monde des corps ne commence pas plus dans " l'espace infini „ que dans " l'éternité „ ; l'espace réel, lieu déterminé des corps, est fini en tant que tel, de même que le nombre des particules, des molécules, des atomes dont se composent tous les corps actuellement existants, est un nombre fini, quelque insaisissable que soit pour notre imagination sa formidable quotité. Il n'y a pas davantage de temps infini ; et

ce serait concevoir une notion bien inexacte de l'éternité que de la considérer comme une succession infinie d'instants. *Temps* et *éternité* sont deux notions d'ordre très différent, l'un étant essentiellement complexe et composé de parties successives en nombre indéfini, l'autre étant essentiellement une, simple et exclusive de toute succession. Le temps comme l'espace résulte de la création : avant la création, il n'y avait ni espace ni temps ; il y avait Dieu seul, éternel et seul véritablement infini (1).

On ne peut donc asseoir, sur la prétendue infinité de l'espace et du temps, aucun raisonnement stable pour établir que le monde sidéral n'aura pas de fin.

Plus loin l'auteur invoque, d'une manière plus plausible, des faits d'observation à l'appui de son opinion. Le fait de l'extinction des étoiles ne prouverait rien, étant d'abord une infime exception et ne signifiant pas que les étoiles qui ont cessé d'être visibles étaient de même nature que les autres. L'auteur s'appuie aussi sur le mode de refroidissement que subirait le Soleil si réellement il se refroidissait ; ce serait du centre à la périphérie et nullement par un encroûtement extérieur que cet astre s'éteindrait. Nous n'avons pas qualité pour contester un fait scientifique de cette nature à un savant qui jouit d'une telle autorité ; cependant un doute nous reste : M. Hirn admet le principe de la théorie de Laplace ; or si la Terre, primitivement un soleil, elle aussi, s'est éteinte et s'est éteinte par encroûtement extérieur, et si ce mode de formation est celui de toutes les planètes tant connues que présumées, comment expliquer que les étoiles restées à l'état d'étoiles, comme notre Soleil, qui est l'une d'elles, suivent une loi différente ? Il est vrai que le judicieux savant s'appuie sur ce que, d'après les calculs d'Arago, l'on ne peut établir que, depuis quatre mille ans, la radiation solaire se soit affaiblie d'une façon appréciable. Il indique quel serait le chiffre de la déperdition annuelle de la chaleur du soleil si cette déperdition avait lieu, et montre qu'il faudrait en ce cas attribuer à cet astre, durant les temps géologiques, une somme de calorique tellement considérable que la Terre aurait été frappée de stérilité jusqu'au 45e ou 50e degré de latitude au nord et au sud de l'équateur, et qu'ainsi toute vie eût été impossible dans cette large zone. Mais si la chaleur solaire

(1) " Nous croyons et admettons l'infini dans Dieu qui est la suprême unité, dit M. de Saint-Venant, ainsi que dans ses attributs que nous ne distinguons de lui qu'abstractivement....Mais, dans les êtres créés ou contingents, l'infini du nombre ne saurait avoir lieu. " — *Complément* au Mémoire déjà cité.

n'éprouve pas de déperdition, ou plutôt compense incessamment l'immense déperdition qu'elle subit par le rayonnement de la surface de l'astre à travers les espaces, d'où peut provenir cette compensation? Ce n'est point par le travail mécanique des particules de la surface tombant vers le centre, car il faudrait pour cela que le diamètre du Soleil diminuât, et l'on n'a pu constater jusqu'ici rien de semblable. Ce n'est point non plus par une chute incessante de météorites; car en quatre mille ans la masse solaire se serait accrue de près de 1/8000e, d'où un accroissement d'attraction qui aurait déterminé une accélération du mouvement de la Terre et aurait raccourci l'année sidérale de plus de 30 minutes, ce qui ne saurait échapper à l'observation : d'ailleurs rien dans les faits observés n'autorise cette hypothèse, ils la contrediraient au contraire.

Sans se prononcer d'une manière catégorique, l'auteur pense que ce phénomène de compensation, sur le Soleil comme sur les autres " corps centraux, „ c'est-à-dire les étoiles fixes, " doit reposer tout à la fois sur la structure particulière de ces centres et sur une propriété des éléments dynamiques ou intermédiaires qu'on a voulu jusqu'ici, par une incroyable méprise, identifier avec la matière pondérable „.

Fort bien; mais nous voilà en plein pays de conjectures. On nous démontre bien que le volume du Soleil, et par analogie des autres étoiles, paraît ne pas diminuer, et que la somme de chaleur qu'il contient semble demeurer constante; mais voilà tout. Une " structure particulière „ des soleils, et " une propriété „ d'ailleurs encore inconnue " des éléments dynamiques „ ne nous en apprennent pas beaucoup plus que, dans d'autres ordres de faits, l'horreur du vide ou la vertu dormitive. L'auteur, il est vrai, n'énonce cette dernière proposition qu'avec la plus extrême réserve et attend, pour la considérer autrement que comme une simple opinion personnelle, qu'une grande et imprévue découverte sur les propriétés des éléments dynamiques vienne " peut-être „ un jour donner à cet énoncé le caractère de vérité acquise (1).

(1) L'explication de la constance de la chaleur du soleil par les effets de la loi de dissociation découverte par Henri Sainte-Claire Deville, ne serait-elle pas la vraie? Recombinaison par refroidissement des éléments dissociés du soleil amenant leur condensation, d'où résulte forcément un considérable développement de chaleur latente, autrement dit un passage à l'énergie actuelle d'une portion de l'immense et incalculable provision d'énergie potentielle accumulée dans la masse de cet astre; voilà une explication qui, semble-t-il, répond à tout et satisfait pleinement l'esprit.

Au demeurant, et comme nous l'indiquions en terminant notre paragraphe I, le très savant auteur détruit plus qu'il n'édifie. Il renverse la théorie de l'éther pondérable; mais son Élément dynamique, son Agent intermédiaire, dont la nature reste obscure et inexpliquée, ne le remplace point. Il développe des considérations très graves à l'appui de la permanence du volume, de la masse et de la chaleur du Soleil, il ne fait connaître en aucune façon comment s'explique cette permanence, et ne justifie pas d'une manière satisfaisante la prétention à l'infinité de durée des êtres et des phénomènes dont il démontre qu'ils ont eu un commencement.

Nous n'avons pas à pousser plus loin, pour en faire comprendre la portée, l'analyse de l'ouvrage, d'ailleurs très important et très remarquable, de M. Hirn, son Introduction en étant, pour le grand public, la partie principale, celle qui renferme l'expression de sa pensée tout entière. Ce qui la suit est surtout affecté aux équations et aux calculs par lesquels, ses prémisses étant posées, il en déduit les conclusions rigoureuses. Il en a été donné d'ailleurs quelques exemples aux premières pages de cette étude, augmentés même de conséquences nouvelles qu'en a tirées, devant l'Institut, M. Faye, en présentant au docte corps l'ouvrage de son illustre ami. Mais nous voudrions, appuyé sur l'autorité de savants d'un non moindre mérite, essayer d'esquisser quelques traits d'une théorie différente, en ce qui concerne le milieu interstellaire comme tout l'espace en général, quel que soit le nom qu'on veuille d'ailleurs lui donner.

V

Le très regrettable et très regretté Père Carbonnelle, dont la perte récente ne saurait être trop déplorée, avait traité, dans les premiers volumes de cette *Revue* dont il fut le principal fondateur, la même question comme point particulier d'un sujet plus général: Les confins de la science et de la philosophie. Reprenant et rajeunissant la théorie de Boscowich (XVIIIe siècle), apparue peut-être un peu prématurément par rapport au niveau scientifique du temps et à l'état des esprits, le P. Carbonnelle n'a laissé aucune prise aux objections ultérieures ou posthumes que lui apporte aujourd'hui l'œuvre de M. Hirn. Toute la force, en effet, des objections de ce savant repose sur l'hypothèse d'un éther pondérable dont il n'a pas de peine à démontrer l'inanité ;

or dans la théorie atomique moderne, soutenue et développée non seulement par Boscowich et par le P. Carbonnelle, mais par nombre d'autres savants, parmi lesquels nous mentionnerons seulement feu M. de Saint-Venant, de l'Institut (1), et M. de Pillon de Saint-Philbert dans un opuscule déjà cité (2), on envisage la matière sous deux aspects ou plutôt sous deux formes très différentes : le *pondérable* et l'*impondérable*. Tous les corps proprement dits, solides, liquides ou gazeux, sont composés d'un nombre considérable de particules très petites appelées *molécules*, lesquelles résultent elles-mêmes du groupement, de l'association d'un certain nombre d'*atomes*, les uns pondérables, les autres impondérables ; chacun des atomes pondérables a pour unique propriété d'être le siège d'une force centrale *attractive*, fonction des distances, et s'appliquant à tous les autres atomes tant pondérables qu'impondérables ; c'est un point indivisible et inétendu, mais doué de masse. Chacun des atomes impondérables a, de même, pour unique propriété d'être le siège d'une force centrale, *répulsive* pour les autres impondérables et *attractive* pour les pondérables. Enfin, par suite des lois auxquelles ces forces sont soumises, chaque atome pondérable se trouve enveloppé d'une sorte d'atmosphère composée d'atomes impondérables condensés autour de lui, et qu'il entraîne avec lui dans la composition de la molécule. En outre, des atomes impondérables, en quantités incalculables, sont répandus dans l'univers entier, " remplissant de leur matière discontinue mais homogène tout cet immense espace que franchit la lumière des astres, et qu'on appelle parfois le vide des espaces célestes (3). „

Qu'on l'appelle *éther* ou de tout autre nom, ce fluide *impondérable* échappe à toutes les objections, établies avec un si grand luxe de rigueur mathématique, que M. Hirn oppose à l'éther pondérable. Il a d'ailleurs l'avantage de constituer ce *quelque chose* qui doit exister dans l'espace pour expliquer les phénomènes de gravitation, de chaleur, de lumière, d'électricité, etc. Si notre auteur ne l'admet pas, il aurait dû le combattre à l'égal de l'éther pondérable. Cependant il passe cette théorie entièrement sous silence ; ou s'il y fait allusion incidemment,

(1) *De la constitution des atomes*, et *Complément* de ce mémoire, dans les ANNALES DE LA SOC. SCIENT. DE BRUXELLES, 2e année, 1877-1878.

(2) *Des Origines du monde et des lois qui le régissent, étudiées à la lumière fournie par les sciences modernes.* — Rouen, 1881. Léon Deshays.

(3) Cf. I. CARBONNELLE, *Revue des quest. scient.*, t. II, juillet 1877, p. 245. — *Les Confins*, t. I, chap. III, pp. 177 et 178.

c'est pour traiter de " réellement absurde „ l'affirmation de l'identité des agents " *appelés autrefois* IMPONDÉRABLES „ avec des mouvements de la matière même (1). Pourquoi " appelés *autrefois* impondérables „ ? Il semblerait, d'après ce membre de phrase, qu'il s'agit d'une vieille théorie qui serait aujourd'hui à peu près universellement abandonnée, comme la théorie de l'émission depuis qu'elle est remplacée par celle des ondulations.

Il est vrai que notre auteur repousse, dès la première page de son livre et sur la foi de Newton, comme une absurdité indigne d'un philosophe, ce qu'il appelle l'*action à distance;* et, dans le système dynamique de Boscowich, de Saint-Venant, du P. Carbonnelle, etc., cette action à distance résulte, tout au moins entre infiniment petits, de la définition même des atomes : centres et points d'application indivisibles et inétendus de forces centrales, les unes attractives, les autres répulsives, agissant réciproquement les uns sur les autres. Mais quelque grande que soit l'autorité de Newton, et quelque poids qu'ait une opinion philosophique de ce savant de génie, il ne suffit pas d'énoncer avec lui qu'une proposition est philosophiquement absurde, pour qu'elle le soit réellement. Il faudrait appuyer une telle déclaration de quelque démonstration, et c'est ce que nous n'avons pas trouvé dans l'ouvrage qui nous occupe. Est-il bien sûr d'ailleurs que, s'il réapparaissait aujourd'hui parmi nous, le grand géomètre anglais ne reviendrait pas sur son ancienne opinion, et persisterait, devant les progrès de la physique moderne, comme dit le P. Carbonnelle, " à généraliser ainsi les idées qu'il a parfois émises sur la nature de l'attraction (2)? „ Il est des savants qui n'hésitent pas à considérer ces forces centrales comme inhérentes à l'existence même des atomes, comme constituant à elles seules leurs facultés actives et définissant parfaitement leur nature (3). Ceux qui repoussent cette notion s'appuient à peu près exclusivement sur la contradiction qu'implique, suivant eux, l'expression d' " action à distance „, et la critique d'un tel argument n'est plus, à proprement parler, du domaine scientifique. Quand on parle de l'*absurdité* du concept de l'action à distance, ce n'est pas d'une absurdité *scientifique* (au sens moderne du mot) qu'il s'agit, mais bien d'une absurdité métaphysique. Or on peut montrer que cette prétendue absurdité n'est qu'apparente.

(1) *Constitution de l'Espace céleste.* Introduction, p. 40.
(2) I. CARBONNELLE, *loc. cit.*, p. 245. — *Les Confins*, t. I, p. 180.
(3) *Ibid.*

Il faut distinguer, dans les corps, l'ensemble très compliqué des phénomènes par lesquels ils impressionnent nos organes sensibles, de leur essence même. Le sens du toucher, qui sert de contrôle à tous les autres, est celui qui nous révèle le plus sûrement et en dernier ressort l'existence des agents matériels, en sorte que nous accordons une certaine prééminence aux phénomènes d'impénétrabilité qui impressionnent ce sens; et confondant ces phénomènes avec les agents mêmes qui les produisent, nous jugeons que les corps sont là où ils peuvent être touchés. Ainsi le mot *corps*, qui paraît désigner les substances, ne représente ici que les phénomènes d'impénétrabilité.

Cependant la substance des corps, la substance matérielle, est autre chose que l'ensemble des phénomènes par lesquels elle se révèle, autre chose que ses actions elles-mêmes : elle en est la cause, l'agent permanent. Et si, par l'abstraction, l'on essaie de la considérer en soi, en dehors de ses actions, en opposition en quelque sorte avec elles, on supprime par là-même ses rapports avec l'espace et le temps, et l'on ne peut plus dire qu'elle est ici ou là, ni lui accorder des dimensions. En un mot, la cause substantielle des phénomènes complexes qui nous révèlent l'existence des corps, n'est dans l'espace que par ses actions, elle n'y est point par son essence. " Il faudrait pourtant qu'elle y fût dans les deux sens, pour qu'on pût employer le principe qui prononce l'absurdité métaphysique de l'action à distance. Car que signifie la distance entre deux choses dont l'une est conçue dans l'espace et dont l'autre en est exclue? Autant vaudrait parler de la distance entre le centre d'un cercle et un théorème de géométrie (1). "

Ainsi cette prétendue impossibilité, absurdité même, de l'action à distance, qui effraye ou révolte tant d'esprits, repose donc sur une notion incomplète de l'essence de la matière que l'on est, assez naturellement d'ailleurs, porté à confondre avec les groupes ou collections de phénomènes par lesquels son action se manifeste à nos sens : ceux-ci sont dans l'espace, celle-là en est en dehors, mais c'est dans l'espace qu'elle agit.

Or toute la brillante théorie de M. Hirn repose sur ce fondement de la négation de ce qu'on appelle plus ou moins improprement l'action à distance, négation posée *à priori* comme un axiome au-dessus de toute contradiction ; sur l'omission de toute acception de la notion du matériel impondérable ; et

(1) I. Carbonnelle, *loc. cit.*, pp. 257 et 258. — *Les Confins*, t. I, p. 201.

enfin sur cette autre négation, merveilleusement démontrée, celle-là, de la non-existence d'un milieu *pondérable,* si raréfié qu'on le suppose, dans les espaces interstellaires aussi bien qu'au travers des corps proprement dits. Mais, étant contestée la prétendue impossibilité métaphysique de l'action à distance d'une part, d'autre part le soi-disant milieu éthéré et pondérable étant remplacé par l'éther *impondérable*, on ne voit pas que la théorie atomique ou dynamique, telle que nous l'avons rappelée d'après les Boscowich, les Saint-Venant et les Carbonnelle, soit ébranlée par la doctrine de l'*Agent intermédiaire* ou de relation ou *Élément dynamique*, au moyen de laquelle le savant M. Hirn entend remplacer celle de l'éther *pondérable* qu'il a si brillamment démolie. Jusqu'à plus ample informé par conséquent, nous pensons que la doctrine du dynamisme proprement dit, ou théorie atomique moderne, est encore celle qui explique le mieux et le plus rationnellement, en l'état actuel des connaissances, la constitution de l'espace céleste et du monde matériel en général.

JEAN D'ESTIENNE.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cours de Minéralogie, par A. de Lapparent, professeur de géologie et de minéralogie à l'Institut catholique de Paris. 2e édition, revue et très augmentée, avec 598 figures dans le texte et une planche chromolithographiée. — Paris, 1890, chez Savy.

L'apparition de la première édition de cet ouvrage fut saluée par tous les amis des sciences minérales. L'éducation scientifique de l'auteur, l'étendue et la précision de ses connaissances, son rare mérite comme écrivain, le talent qu'il venait de déployer dans la rédaction du plus savant traité de géologie que l'on possède en France, garantissaient d'avance un succès sérieux au livre de M. de Lapparent. En effet, un bon traité de minéralogie exige aujourd'hui une préparation multiple de la part de son auteur. Cette science, dans l'état actuel, embrasse un cadre de faits et de doctrines des plus variés, soit qu'on envisage les propriétés physiques de la matière, soit qu'on considère la constitution de la croûte du globe. La géométrie, la chimie, les sciences physiques, les synthèses du laboratoire, l'examen des masses minérales dans le sein de la terre, se donnent rendez-vous dans ce domaine, où l'ordonnance s'établit de plus en plus, mais par des impulsions émanées des directions les plus différentes. L'attente inspirée par le nom de M. de Lapparent n'a pas été déçue. Ce n'est pas seulement en France que l'on a goûté l'œuvre du professeur de l'Institut catholique de Paris : les étran-

gers à leur tour ont voulu étudier un livre où la cristallographie est exposée, sans aucun abus de formules algébriques, d'après les vues vraiment rationnelles conçues naguère par Bravais, remises en honneur et si savamment complétées par M. Mallard; où la liaison intime de toutes les propriétés physiques des minéraux avec leur structure moléculaire est mise en lumière avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'à présent ; où les particularités et les irrégularités du tissu cristallin, ainsi que les méthodes microscopiques qui permettent de les constater et d'éclairer le mode d'origine, sont exposées et justifiées en un petit nombre de pages.

Nous avons appris que plus de la moitié des 2200 exemplaires de la première édition étaient sortis de France et avaient été expédiés en Italie, Espagne, Russie, Chili, Équateur, Brésil, Mexique, voire même au Japon.

La deuxième édition qui vient de paraître chez le libraire Savy est augmentée de 88 pages de texte et de 79 figures. De plus, M. de Lapparent l'a passée au crible avec le même scrupule que la première édition de sa Géologie quand il préparait la seconde. A vrai dire, certains chapitres sont complètement nouveaux, l'auteur ayant été conduit à refondre entièrement son premier exposé pour mieux coordonner les faits et les théories récentes de la science.

Entre autres détails propres à la 2e édition du Cours de Minéralogie, nous signalons :

L'introduction de la notion des molécules complexes dans les assemblages réticulaires : elle est indispensable pour rendre compte des valeurs paramétriques dans certains cas de groupement intime de formes limites. Des compléments très utiles dans le chapitre consacré aux calculs cristallographiques : comme l'insertion, d'après Klein, des formules immédiatement calculables par logarithmes, auxquelles l'auteur ajoute également les équations et les analogies de Gauss, ainsi que des applications aux cristaux de plusieurs systèmes pour lesquels il n'y avait pas d'exemples dans la première édition. De nombreuses additions accompagnées de modifications très heureuses dans les chapitres consacrés aux propriétés optiques des minéraux. Il y a là sur le réfractomètre, sur l'ellipsoïde des indices, sur les appareils de polarisation, sur la détermination optique des minéraux taillés en lames minces, des données et des indications d'un emploi continuel dans les recherches lithologiques.

A l'instar de M. Mallard, et comme lui-même l'avait fait lors

de sa première édition, M. de Lapparent ne considère les groupements cristallins qu'après avoir développé les propriétés optiques. Bien qu'empruntées pour le fond à d'autres savants et puisées surtout dans les recherches originales de M. Mallard, les 40 pages consacrées dans le *Cours* aux principaux exemples d'hémitropie, à la théorie des macles par juxtaposition ou par pénétration, à l'isomorphisme et au polymorphisme, portent bien le cachet personnel de l'auteur. Depuis quelques années, l'observation et les expériences ont apporté leur contingent de découvertes, et la doctrine s'est enrichie de spéculations nouvelles. M. de Lapparent s'est admirablement assimilé les faits et les idées dans cet ordre de choses, et il en trace un exposé magistral qui est une des parties les plus brillantes de son ouvrage. Parmi les enchevêtrements complexes de la matière minérale, il choisit les exemples les plus significatifs, il fait ressortir leurs rapports ainsi que les conséquences qui en dérivent quant à la symétrie propre de la molécule holoédrique ou hémiédrique, et quant aux propriétés physiques de l'assemblage. Il parvient ainsi aux conclusions formulées dans le paragraphe intitulé : *Généralités sur les macles,* où il montre que la raison d'être de ces macles si fréquentes est un effort de la matière cristallisée vers le plus haut degré possible de symétrie. La raison d'être des hémitropies et des macles une fois saisie, on tient la clef de la plupart des cas d'isomorphisme, autre phénomène dont l'auteur résume en peu de pages les conditions, soit qu'on envisage les mélanges d'espèces, ou les volumes moléculaires, ou les limites de formes; et il conclut, à la suite de M. Mallard, en reconnaissant dans l'ensemble des formes cristallisées, quel que soit leur système cristallin, *la généralité du réseau quasi-cubique.* Dans le même ordre de considérations, l'auteur voit la cause du polymorphisme, non pas dans une modification intrinsèque du groupement atomique de la molécule, mais dans la pluralité des formes d'agrégation qui peuvent résulter de portions composées des mêmes molécules, mais diversement orientées. C'est encore la considération des formes limites et aussi l'existence d'une certaine tolérance inhérente à l'équilibre réticulaire qui corroborent cette explication.

Avant de passer à la description des espèces, l'auteur complète le texte de la première édition par des détails sur la reproduction artificielle des minéraux et sur les réactions microchimiques, complément indispensable de l'examen optique des minéraux en plaques minces.

Dans le traité dont nous parlons, les généralités (doctrine et méthodes) occupent la grande place, soit 386 pages; la description des minéraux, y compris le lexique des noms et le tableau des concordances des notations cristallographiques, ne comporte que 260 pages. C'est largement suffisant lorsque, comme l'auteur, on réduit les descriptions aux espèces qui jouent un rôle appréciable dans l'écorce terrestre ou dans l'industrie, en se bornant quant aux autres à une indication sommaire. Cette réserve nous plaît dans une œuvre didactique. Rien n'est plus commode qu'un livre où l'auteur, en face d'un monde de détails, concentre l'attention en homme expérimenté sur les faits qu'il ne faut pas perdre de vue. On y apprend plus vite ce qu'il faut apprendre, et le lecteur est dispensé d'un triage long et pénible. Comme dans la première édition, les espèces sont groupées autant que possible d'après leurs conditions de gisement et leur mode de formation. Nous avons dit, dans cette *Revue,* qu'une telle ordonnance nous semblait contestable si l'on se base strictement sur les caractères minéralogiques essentiels, à savoir la composition et la forme, et sur les rapports qui en dérivent. Mais si l'on envisage les choses au point de vue des connaissances lithologiques et géologiques, nous ne voyons pas ce que l'on pourrait faire de mieux que la classification adoptée par M. de Lapparent.

Dans la présente édition, les descriptions ont été retouchées ou complétées d'après les acquisitions et les besoins de la science. Les espèces de première importance à cause de leur rôle géognostique, en particulier les silicates, ont fait l'objet d'une revision très attentive. Nous avons remarqué un bon nombre de figures nouvelles de ces minéraux, la plupart reproduisant des sections minces agrandies, telles qu'on les voit au microscope. M. de Lapparent s'est également appliqué à fournir avec exactitude les rapports paramétriques qui définissent les dimensions cristallines de chaque espèce. Après avoir employé dans ce but les données numériques insérées dans le cours manuscrit de M. Mallard, et celles que MM. Levy et Lacroix viennent de publier dans leur savant traité des *Minéraux des roches,* il s'est astreint, en outre, à vérifier les grandeurs d'axes par des calculs trigonométriques. Il est probable que le livre de M. de Lapparent est un de ceux où ces valeurs sont notées le plus exactement. Les données optiques, comme la position et l'écart des axes optiques, la nature des bissectrices, la valeur des indices, la biréfringence, sans cesse invoquées en lithologie pour déchiffrer la nature des cristaux et leurs macles complexes, sont fournies pour

tous les minéraux dont le géologue doit s'enquérir. Enfin le Lexique comprenant les noms d'espèces et de variétés ainsi que leur signification minéralogique a été mis au courant jusqu'à l'année 1889.

Ces indications permettent de voir que la 2e édition du Cours de Minéralogie, éminemment propre à satisfaire celui qui tient à pénétrer l'enchaînement d'objets et d'idées qui constitue la Minéralogie dans son état actuel, peut servir en même temps de préparation complète aux études lithologiques. A notre avis, c'est une supériorité sur certains traités étrangers, très remarquables d'ailleurs et où ne manquent ni la science ni le talent; mais, du moins à notre avis, l'étude des minéraux y est trop séparée de la connaissance des méthodes de recherches qui ont transformé les études relatives aux matériaux de la croûte du globe.

C. de L. V. P.

II

Traité d'électricité et de magnétisme, par J. Clerk Maxwell, M. A., professeur de physique expérimentale à l'Université de Cambridge; traduit de l'anglais sur la deuxième édition par G. Seligmann-Lui, ancien élève de l'École polytechnique, etc., avec notes et éclaircissements par MM. Cornu, Potier et Sarrau. — Deux volumes in-8° de xx-578 et 651 pp. — Paris, Gauthier-Villars et fils, 1885-1889.

Le grand traité mathématique de Clerk Maxwell sur l'électricité jouit d'une célébrité réelle dans le monde savant, et, malgré de graves défauts dont nous aurons l'occasion de signaler quelques-uns, cette réputation est méritée. La première édition anglaise est de 1873; la deuxième, dont une grande partie a été revue par M. Niven par suite de la mort prématurée de l'auteur, est de 1881. Bien que les idées qui s'y trouvent développées fussent en partie connues du public français, grâce, par exemple, au traité de MM. Mascart et Joubert, la langue, la façon de traiter un certain nombre de théories, l'emploi partiel de l'algorithme des quaternions en avaient arrêté la diffusion. C'est pour cela qu'un savant ingénieur, M. Seligmann-Lui, a cru utile de publier une traduction française de l'ouvrage de Maxwell.

MM. Cornu, Potier et Sarrau, dont les noms seuls sont une garantie, lui ont prêté leur concours en enrichissant les deux volumes de notes critiques, de compléments et d'études qui constituent un des côtés les plus intéressants de l'édition française. Enfin, la maison Gauthier-Villars et fils a offert ses presses, montrant ainsi qu'elle est toujours prête aux entreprises ayant pour but le progrès des sciences mathématiques.

Le *Traité* de Clerk Maxwell étant resté, dans l'ensemble, tel que l'édition anglaise nous l'avait fait connaître, une analyse critique détaillée pourrait paraître surannée. Nous nous bornons donc à en indiquer les idées fondamentales et la disposition des parties.

On sait que deux systèmes généraux sont en présence, dans les tentatives faites pour rattacher à des principes mécaniques les phénomènes électriques. Le premier, representé surtout par Laplace, Poisson, Gauss, Ampère et l'école française, place à la base une *action à distance* dont les lois ont été fixées par Coulomb et Ampère. L'autre, conçu par Faraday, attribue un rôle important au milieu interposé, et envisage l'action des corps électrisés ou magnétisés comme se transmettant de proche en proche à travers ce milieu. C'est ce système que Maxwell adopte, développe et défend dans son ouvrage : il essaie de donner la précision mathématique aux idées un peu vagues de Faraday sur cette transmission. Le milieu *diélectrique* qui enveloppe les conducteurs électrisés, les centres magnétiques, les courants galvaniques, n'est plus un espace inerte à travers lequel le potentiel transmet son action sans s'y arrêter : c'est un réseau élastique qui subit, par la présence des agents électriques, des *tensions* dans le sens des lignes de force, des *pressions* transversalement à ces lignes, et c'est par ces *déformations* du milieu que l'action électrique se propage à distance.

Toutefois, Maxwell se sert fréquemment des principes et des formules de l'action à distance, ce qui ne contribue pas, tant s'en faut, à donner de l'unité et de la clarté à son ouvrage.

Après une introduction dans laquelle Clerk Maxwell pose certaines définitions relatives aux *unités* de mesure, au potentiel en général, et établit diverses formules d'analyse, parmi lesquelles il en est une *(Ostrogradsky)* de très grande importance pour l'intelligence du traité, il aborde ce qui est proprement son sujet. L'ouvrage est divisé en quatre parties : 1° *Électrostatique;* 2° *Électrocinétique;* 3° *Magnétisme;* 4° *Électromagnétisme,* dans lequel Maxwell a fondu l'électrodynamique d'Ampère.

L'électrostatique, conformément aux idées reçues, présente la théorie des phénomènes de la distribution de l'électricité en équilibre sur les corps conducteurs. Dans un premier chapitre, l'auteur groupe tout un système d'expériences destinées, dans sa pensée, à fournir des bases certaines au calcul et surtout à la mesure des masses électriques, à faire connaître les divers modes d'agir des corps vis-à-vis de l'électricité, à jeter une certaine lumière sur la nature de l'électricité, sur ses relations avec l'*énergie générale*, sur l'hypothèse des deux fluides. D'excellentes notes critiques de M. Cornu font ressortir ce que l'exposition de Maxwell a d'artificiel et d'illogique, et les expériences proposées d'inexécutable et de peu concluant. L'unité d'électricité fixée et la loi de Coulomb établie (d'après les expériences à la balance de torsion), l'intensité d'action, la force électromotrice, le potentiel sont facilement définis ; puis les surfaces équipotentielles et les lignes de force avec leurs principales propriétés. L'auteur s'arrête alors quelque peu sur les phénomènes et les appareils de condensation, sur les isolants ou *diélectriques* et leurs propriétés, sur la décharge, l'étincelle, les propriétés de la tourmaline, sans qu'aucun plan bien net préside à la distribution des questions traitées. Il expose enfin, dans un langage obscur et même, en cet endroit de l'exposition, inintelligible, le plan de son ouvrage et les idées d'après lesquelles il a été élaboré.

Au chapitre II, nous trouvons les formules fondamentales pour le calcul de l'action des corps électrisés et la théorie du potentiel (équations de Poisson, de Laplace, etc...). On y remarque une tentative pour démontrer, par une expérience sur des conducteurs électrisés, la loi de Coulomb, plus rigoureusement qu'avec la balance de torsion. Malheureusement Maxwell admet dans sa théorie qu'une certaine fonction s'annule avec sa variable, ce qui n'est nullement prouvé. On peut d'ailleurs, avec de légères modifications, tirer de ce chapitre des démonstrations aussi simples que rigoureuses des équations les plus essentielles de l'électrostatique. A la fin du chapitre, l'auteur présente de longues considérations pour rattacher ce qui précède aux idées de Faraday sur la nature de l'électricité et le rôle des diélectriques ; cette tentative ne paraît pas bien heureuse et telle semble aussi être l'appréciation de M. Potier.

Le chapitre III traite de la mesure du travail des forces électriques, de l'énergie d'un système électrisé ; il y a là un groupe de propriétés des systèmes électrisés et des condensateurs qui présente un grand intérêt. Au chapitre suivant *(Théorèmes géné-*

raux), Clerk Maxwell se propose d'indiquer les méthodes générales pour résoudre les problèmes de la distribution électrique en s'appuyant sur la théorie du potentiel. Il signale, comme particulièrement féconde, la méthode de Dirichlet. Le théorème de Green, complété et généralisé, le conduit à l'étude de la *fonction de Green*, c'est-à-dire du potentiel, en un point donné de la couche électrique formée sur un conducteur par l'induction d'un autre point chargé de l'unité d'électricité. De là découlent diverses propriétés importantes, entre autres un théorème de sir W. Thomson sur l'impossibilité de plusieurs états d'équilibre stable dans un système électrisé. Il faut remarquer cependant que la démonstration de l'auteur est défectueuse en plusieurs points. Elle suppose, par exemple, le système des corps enveloppé par une surface fermée sur laquelle le potentiel est nul : or, cela n'a lieu qu'à l'infini, et il n'est nullement évident que l'intégrale de surface qu'il considère ne croîtra pas indéfiniment sur une sphère de rayon infini.

Le chapitre v, qui a pour l'objet l'action mécanique réciproque de deux conducteurs électrisés, renferme le passage célèbre où Cl. Maxwell a montré que l'action d'un système sur un autre est réductible à des pressions ou tensions sur une surface fermée quelconque enveloppant ce dernier, d'où il conclut que l'on peut expliquer les phénomènes par une transmission d'efforts à travers le diélectrique, occasionnant dans ce dernier des pressions analogues à celles qui existent dans un milieu élastique.

Cette démonstration, incomplète à plusieurs égards, a été refaite par MM. Mathieu, Mascart, le R. P. Delsaulx. D'abord, Maxwell n'y tient compte que des forces de translation et non du couple moteur, en quoi il a été complété par M. Mathieu. Ensuite, ce dernier a fait voir quelles conditions doivent être remplies pour que ces pressions intérieures satisfassent aux équations qui existent dans tout milieu élastique, point que Maxwell avait négligé. Le R. P. Delsaulx a ramené à un grand degré de simplicité toute cette question. Maxwell observe d'ailleurs qu'il n'a fait qu'une partie du chemin et qu'il reste beaucoup à faire dans la voie ouverte par lui.

Les deux chapitres suivants roulent sur les points et les lignes où la force électrique est nulle, et sur la forme des surfaces équipotentielles et des lignes de forces. Le premier renferme, avec des choses intéressantes, bien des passages obscurs ou inexacts, que M. Potier relève en partie. Le second, fort intéressant mais trop concis, expose une méthode graphique pour construire les

surfaces équipotentielles dans des cas simples ; il est accompagné de planches très curieuses, et complété par deux notes des plus instructives. Dans la première, M. Cornu fait voir comment, d'après le tracé des lignes équipotentielles et des lignes de force dans le cas d'un point électrisé et d'un champ uniforme, on peut retrouver les constantes de ce champ uniforme ; il donne aussi les équations de ces lignes. Dans la seconde, M. Potier retrouve la loi choisie par Cl. Maxwell pour la *graduation* des lignes de force de ses diagrammes et il étudie les propriétés spéciales que présentent ces lignes dans la loi de distribution adoptée. Il y a là, peut-être, pour les jeunes physiciens-géomètres, tout un sujet de recherches attachantes.

Dans les chapitres suivants (VIII, IX, X), l'auteur applique sa méthode à la recherche de la distribution électrique et du potentiel dans quelques cas classiques : plans parallèles, conducteurs sphériques ou sphéroïdaux, système de deux sphères, conducteurs terminés par des surfaces homofocales du second ordre. Amené par ces questions à exposer la théorie des *fonctions sphériques* de Laplace, qu'il appelle *harmoniques sphériques,* il suit une méthode aussi peu naturelle qu'obscure, où interviennent des points infinis de plusieurs ordres, des coordonnées imaginaires, sans grand bénéfice du côté de la brièveté. Signalons toutefois les figures instructives où Cl. Maxwell a représenté, sur la sphère, les courbes d'égale valeur des fonctions Y_n de 3e et de 4e ordre.

Une longue note de M. Potier remédie heureusement aux difficultés de cette étude en présentant les points essentiels de la théorie des fonctions sphériques d'après Laplace, qui s'appuie, comme on sait, sur l'équation différentielle à laquelle elles satisfont. Il nous semble, au reste, qu'on obtiendrait une exposition aussi simple que rigoureuse en donnant d'abord les propriétés des fonctions P_n de Legendre, définissant les fonctions sphériques générales comme des intégrales doubles où figure une fonction arbitraire des coordonnées sphériques, appliquant certains théorèmes de Green et démontrant enfin, d'après M. Darboux, le développement en série suivant les fonctions Y_n.

Les deux chapitres suivants sont au nombre des meilleurs de l'ouvrage. L'un expose la féconde et ingénieuse méthode des images électriques de sir W. Thomson qui, combinée avec la transformation par rayons vecteurs reciproques, permet de déduire de la solution de problèmes simples celle des problèmes plus compliqués. Dans le problème des deux sphères électrisées,

cette méthode nous paraît toujours la plus élégante et la meilleure. Le chapitre XII, qui a aussi un grand intérêt, traite de l'application des propriétés des fonctions *conjuguées* à la distribution sur les conducteurs cylindriques. Au fond, c'est l'étude des relations entre les fonctions d'une variable imaginaire et le potentiel à deux variables, sujet qui s'est enrichi de si beaux travaux de MM. Schwarz, Bonnet, Neumann, Darboux, etc...

Chapitre XIII. *Instruments électrostatiques.* Appareils destinés à produire l'électricité, à mesurer la charge ou le potentiel des corps électrisés; accumulateurs électriques et condensateurs. La théorie complète de la bouteille de Leyde manque.

La deuxième partie, intitulée *Électrocinétique*, traite des courants électriques engendrés par contact, par action chimique, ou d'origine thermique. On y remarque surtout les vues par lesquelles Clerk Maxwell cherche à approprier les idées de Faraday au mouvement continu de l'électricité; puis, au point de vue mathématique, les chapitres VII et VIII sur le mouvement électrique dans l'espace, et au point de vue expérimental, l'exposé des instruments et des méthodes pour la mesure de la résistance, ce que l'auteur déclare être la question la plus importante dans l'état actuel de l'électricité. Il partage les corps, au point de vue de la résistance, en trois catégories : métaux, électrolytes et diélectriques, et donne les résultats des expériences de Siemens, Matthiessen, Hockin, Paalzow, Kohlrausch, Nippolt, etc. sur la résistance de ces corps.

La troisième partie a pour objet le *Magnétisme.* Elle présente moins de vues originales que les autres. C'est la théorie du magnétisme statique basée sur la loi de l'action à distance et sur la définition de l'aimant. Dans une suite de chapitres, l'auteur établit les formules générales pour le calcul de l'action des systèmes magnétiques, la théorie de l'induction magnétique et en particulier celle de Weber, l'application à différents problèmes particuliers, entre autres au magnétisme des navires; il décrit les instruments et procédés des mesures magnétiques avec leur théorie mathématique et approfondie; enfin, les lois du magnétisme terrestre dans leurs points essentiels.

Au contraire, la dernière partie *(Électro-magnétisme)* est celle où Maxwell a déposé le plus de vues originales et aussi, malheureusement, assez obscures. Il y traite de l'action des courants sur les aimants, des courants les uns sur les autres, des mesures électro-magnétiques et enfin de la théorie magnétique de la lumière.

Son point de départ, dans la théorie mathématique des phénomènes électro-magnétiques, est justement critiqué par M. Cornu. Il admet que l'action d'un élément de courant sur un pôle magnétique est réductible à celle d'un feuillet magnétique sur ce même pôle. Outre que ce point de départ est fort difficile à établir expérimentalement, il ouvre une voie artificielle, très obscure, et il vaut infiniment mieux partir de la loi de Laplace, si facile à établir, à moins qu'on ne préfère encore déduire celle-ci de l'hypothèse d'Ampère qui assimile les aimants aux solénoïdes. Au reste, dans une très bonne note, M. Cornu fait voir comment on peut tirer le principe de Maxwell de la loi de Laplace. Le chapitre II contient la théorie électrodynamique d'Ampère basée sur ses quatre expériences célèbres, avec quelques modifications dans la marche du calcul et la critique des différentes expressions proposées depuis pour l'action élémentaire. Dans le chapitre III, un des plus importants de l'ouvrage, l'auteur résume et discute avec une grande profondeur de vues les phénomènes et les lois de l'induction électrodynamique et électro-magnétique, tels que Faraday, Lenz, Helmholtz, Neumann, Weber les ont établis. Il s'attache surtout aux vues de Faraday, comparant, non seulement les résultats, mais les méthodes de recherche. Le fond de ces idées est toujours ceci, que la loi des courants engendrés par induction dans un conducteur linéaire est intimement liée au nombre des lignes de force magnétiques que traverse le circuit. Malheureusement, l'exposition pèche, comme toujours, par l'obscurité.

La question de l'induction d'un courant sur lui-même amène Maxwell à présenter sa théorie dynamique des courants électriques, basée sur le principe de l'énergie. Devant faire usage des équations dynamiques de Lagrange, il consacre le chapitre V à démontrer à sa manière ces équations. Cet essai ne nous semble pas heureux : non seulement la marche suivie a l'inconvénient de passer par les formules d'Hamilton pour arriver à celles de Lagrange, mais, sous prétexte d'éviter les déductions purement analytiques, Maxwell substitue trop souvent des notions vagues à celles dont les géomètres ont formé le tissu solide et lumineux de la dynamique. Aussi M. Potier a-t-il fort bien fait d'ajouter, dans une note, la démonstration connue qui part du principe de d'Alembert.

Les chapitres suivants présentent le développement de la théorie de Maxwell, trop complexe pour être même indiquée ici. Le chapitre X roule sur les unités électriques ; les chapitres XV

et XVI sur les instruments électro-magnétiques, galvanomètres, boussoles des sinus et des tangentes, électrodynamomètre de Weber, etc., et sur les méthodes à suivre dans les mesures : traité avec beaucoup de soin, le dernier sera encore aujourd'hui utile aux électriciens.

Au chapitre XX, nous rentrons dans les recherches purement théoriques. La théorie ondulatoire de la lumière suppose un milieu élastique remplissant l'univers; la théorie électromagnétique de Faraday et Maxwell admet aussi l'existence d'un tel milieu : les deux classes de phénomènes n'ont-elles pas entre elles un lien? Cette question, qui a acquis une si haute importance par les études récentes sur les ondes électriques, Maxwell la traite en appliquant ses formules sur l'énergie électrocinétique et électrostatique à la lumière, considérée comme une perturbation électromagnétique, et arrive à des conséquences remarquables. L'une de celles-ci est que la vitesse de la lumière serait égale au rapport des unités électromagnétique et électrostatique. Or, la première est comprise, d'après les expériences, entre 298 et 314 millions de kilomètres par seconde, tandis que le second reste entre 282 et 310, coïncidence certainement frappante. De plus, il ressortirait de la théorie que le pouvoir diélectrique d'un milieu transparent serait égal au carré de son indice de réfraction, mais cette loi ne se vérifie pas aussi bien.

Signalons au sujet de cette théorie une note précieuse de M. Potier sur la réflexion de la lumière, traitée d'après les principes de Maxwell.

Les derniers chapitres ne se rattachent plus aux mêmes idées. Le XXIIe donne la théorie du magnétisme dans la conception des courants moléculaires d'Ampère ; le XXIIIe analyse les diverses tentatives des mathématiciens ou physiciens pour rattacher les principes fondamentaux de l'electrostatique et de l'électrodynamique (formules de Coulomb, d'Ampère, induction, etc.) à un principe supérieur. Après avoir montré la liaison entre la formule d'Ampère et celles que Gauss et Weber ont déduites de la considération d'une action directe entre les molécules en mouvement, Maxwell rejette la formule de Gauss, et montre que celle de Weber est préférable. Il analyse ensuite les recherches de Riemann, de C. Neumann et de Betti pour faire intervenir le temps dans la propagation des actions électriques, et conclut en donnant encore la préférence à l'idée de Faraday, la torsion dans le milieu diélectrique.

L'ouvrage se termine par deux appendices d'une valeur réelle

Dans le premier, M. Potier se sert habilement de la méthode de M. Schwarz pour l'étude du potentiel dans le plan, pour établir les lois de la distribution électrique sur un plateau muni d'une entaille, sur l'anneau de garde et sur l'électromètre de Peltier. Il montre que les corrections du second ordre sont négligeables et que celles du premier s'accordent avec celles de W. Thomson.

Enfin, M. Sarrau a écrit pour les lecteurs peu familiarisés avec la méthode des quaternions, dont Maxwell fait parfois usage, un résumé très bien fait de cette méthode, en la rattachant à la théorie générale des quantités complexes. L'interprétation géométrique, les applications à la géométrie et à la mécanique viennent ensuite éclaircir ce qu'il y a d'un peu abstrait dans ces principes. Quoique les quaternions ne jouent dans le Traité de Maxwell qu'un rôle fort secondaire, et qu'à vrai dire ils en puissent être éliminés sans inconvénient, le petit travail de M. Sarrau rendra de réels services aux physiciens, en les dispensant de lire les ouvrages d'Hamilton, Tait, Laisant, etc...

L'exposé précédent permet de juger de l'importance de l'ouvrage publié par la librairie Gauthier-Villars et des services qu'il rendra au corps enseignant. Disons-le toutefois, ces avantages ne sont pas conquis sans peine et il y a bien des ombres à signaler.

L'un des principaux défauts de l'ouvrage de Clerk Maxwell est la confusion, l'obscurité qui y règne trop souvent. Il est des questions qui y sont traitées deux et trois fois, d'autres dont le lien avec le plan de l'ouvrage n'est pas bien visible. L'exposition manque très souvent de naturel et d'ordre ; les définitions, ne venant pas à leur place, sont parfois inintelligibles, parfois contradictoires. La rigueur fait souvent défaut dans les démonstrations mathématiques, où l'auteur introduit inutilement une foule de dénominations nouvelles. Enfin le plan général même du livre n'est pas sans défaut. Ainsi, pour préciser davantage, les considérations sur les fonctions continues et leurs dérivées (N°s 7-9) n'ont aucune valeur. Les mots nouveaux ou peu connus qui encombrent l'introduction, tels que *quantités scalaires*, *vecteurs*, *gradient, cyclose,* régions *périphractiques*, surfaces *cycliques* et *acycliques,* condition *solénoïdale* et *irrotationnelle,* etc., auraient pu être évités bien facilement, et ceux d'*harmoniques solides,* d'harmoniques *de surface*, *conjugués, zonaux, tesseraux*, que Maxwell emploie dans la théorie des fonctions sphériques, ne sont pas plus nécessaires. Les points essentiels même de la théorie électrostatique laissent fort à désirer : rien de solide pour la définition des quantités d'électricité dans le premier chapitre.

La notion, si importante, de la *force électromotrice* reste toujours confuse. On trouve, à la page 52 (t. I), une définition de la force électrique résultante R en un point ; puis, la *force électromotrice* entre deux points est définie " le travail de R entre ces points „ : ce n'est donc pas une *force*, mais un *travail*. Or, on lit plus loin des phrases comme celles-ci : " La *force électromotrice* qui tend à faire passer l'électricité d'un corps à travers l'air..., „ " Le passage de l'électricité à travers les gaz... ne commence pas avant que la *force électromotrice* ait atteint une certaine valeur... „ (p. 58). " Si la *force électromotrice* qui agit en un point d'un diélectrique croît graduellement, elle atteint finalement une limite pour laquelle il se produit une décharge... (p. 61). „ Plus loin, la force résultante R est appelée " l'intensité électrique (p. 79) „, " l'intensité électromotrice (p. 79) „ " la force électrique (p. 80). „ Plus loin encore, après nous avoir dit (p. 416) que " la *force électromotrice* dans une portion de circuit est la différence de potentiel à ses extrémités, „ nous trouvons (p. 421) que " entre deux métaux en contact il y a une *force électromotrice* qui agit ; „ puis (p. 440) que " cette *tendance* est exactement équivalente à une *force électromotrice ;* „ et enfin (p. 473) que " la *force électromotrice* en un point est la force résultante qui agit sur une unité d'électricité placée en ce point. „ Comment se faire une idée juste de cette chose qui est tantôt une force, tantôt un travail ?

Il arrive fréquemment aussi que Maxwell fait appel à des notions qui ne seront expliquées que plus loin. Ainsi (p. 55) il parle de la *densité superficielle* de l'électricité alors qu'on ne peut savoir ce que c'est. Dans l'électrocinétique, au chapitre de la *résistance* des circuits, on emploie l'unité de résistance, l'*ohm*, qui ne sera définie que dans l'électromagnétisme; il est donc impossible de se faire une idée claire des bobines de résistances. Plus loin, Maxwell emploie les *volts* sans autre définition que celle-ci : " une force électromotrice égale à cent millions unités du système C. G. S. „, ce qui est parfaitement incompréhensible. En général, on ne trouvera nulle part dans l'ouvrage une exposition nette et logique des unités électriques.

La confusion et l'obscurité qui règnent dans certains chapitres va jusqu'à les rendre incompréhensibles, et parfois les démonstrations sont remplacées par des considérations qui n'ont aucune rigueur. Ainsi, tout ce qui concerne les lois de la variation du potentiel hors des conducteurs est fort incomplet. On admet, au n° 78 *c*, que la dérivée du potentiel suivant la nor-

male est positive du côté où le potentiel est croissant, ce qui n'est pas sûr du tout. Plusieurs points importants de la théorie du potentiel manquent, et sont parfois censés connus sans qu'il en ait été fait mention. Exemple : au chapitre VII de la première partie, Maxwell s'appuie, sans le dire, sur ce principe que, si l'on trace les surfaces équipotentielles d'un système de points électrisés, et qu'on prenne une de ces surfaces comme celle d'un conducteur électrisé, la répartition de l'électricité sera connue et les surfaces équipotentielles externes de ce conducteur seront les mêmes que celles du système primitif. Or, ce principe important, dû à Gauss, n'est formulé ni démontré nulle part. Le chapitre VI de cette première partie renferme bien des points inexacts : au n° 116, le théorème d'Earnshaw est énoncé d'une manière incomplète et la démonstration en est totalement inintelligible. En général, lorsqu'on passe du texte de Maxwell aux notes de MM. Cornu et Potier, on éprouve la même sensation qu'en sortant d'un fourré pour entrer dans un parc aux avenues bien tracées.

Si l'on joint à ces remarques l'observation essentielle que, depuis l'époque où Maxwell a écrit cet ouvrage, beaucoup de théories, soit analytiques, soit physiques, ont subi des transformations et gagné en simplicité et en clarté (citons, comme exemple, l'application des fonctions d'une variable imaginaire au potentiel dans le plan), on ne peut s'empêcher d'exprimer le désir qu'à côté de l'œuvre de Maxwell, dont les côtés faibles apparaissent mieux aujourd'hui en même temps que les grandes qualités d'invention et de profondeur, les savants auteurs des notes nous donnent aussi un livre, plus moderne et mieux ordonné, sur la théorie mathématique de l'électricité et du magnétisme.

PH. G.

III

ÉLÉMENTS DE STATIQUE GRAPHIQUE, par EUGÈNE ROUCHÉ, examinateur de sortie à l'École Polytechnique, professeur au Conservatoire des arts et métiers ; 1 vol. in-8° de 284 pages. — Paris, Baudry et Cie ; même maison à Liège ; 1889.

APPLICATIONS DE LA STATIQUE GRAPHIQUE, (1) par MAURICE KOECHLIN, ancien élève de l'École Polytechnique de Zurich, ingénieur

(1) Ces deux ouvrages font partie de l'*Encyclopédie des travaux publics*.

de la maison Eiffel ; 1 vol. in-8° de 156 pages, avec atlas de 30 planches. — Même librairie, 1889.

Il n'y a guère que quinze ans que les méthodes de la Statique graphique ont commencé à s'introduire en France dans la pratique courante des bureaux d'ingénieurs, mais elles s'y sont rapidement développées en raison des incontestables services qu'elles y rendent. Elles sont aujourd'hui tout à fait en honneur. Cet heureux résultat est dû, pour une bonne part, à l'enseignement de M. Maurice Lévy, au Collège de France, et de M. Rouché, au Conservatoire des arts et métiers. C'est d'ailleurs, il faut le proclamer, l'apparition en 1874 du Traité de M. Lévy sur la matière, qui a marqué en France le véritable essor des méthodes nouvelles. Depuis lors, le savant ingénieur a fait paraître une seconde édition de son ouvrage, à laquelle il a donné les proportions d'un traité complet du calcul des constructions (1). C'est aujourd'hui le tour de M. Rouché de réunir en un volume la matière de son enseignement, volume que M. Lechalas a eu la bonne fortune de pouvoir faire figurer dans son *Encyclopédie des travaux publics ;* et de fait, ce livre y est bien à sa place, car il est fait assurément, par sa clarté, par sa simplicité, par son heureuse ordonnance, pour gagner les suffrages de tout le public des ingénieurs.

Non content de doter sa collection de ce remarquable exposé des principes de la Statique graphique, M. Lechalas a voulu y faire figurer un volume spécial consacré aux applications de ceux-ci, et propre à en faire ressortir l'utilité pratique. Il s'est adressé, pour la réalisation de ce programme, à l'un des hommes assurément les plus compétents aujourd'hui en la matière, à l'un de ceux qui ont l'expérience la plus consommée du maniement des nouvelles méthodes, à M. Maurice Koechlin, ancien élève de Culmann, le créateur de la Statique graphique, et ingénieur de la maison Eiffel ; c'est, comme tel, à lui que sont dus la plupart des calculs qui ont servi de base à la construction de la Tour gigantesque du Champ-de-Mars, objet de l'admiration des ingénieurs du monde entier.

Nous allons donner ici une idée du contenu de ces deux ouvrages si précieux l'un et l'autre pour les constructeurs.

(1) Voir l'analyse que nous en avons faite dans la *Revue* (octobre 1886, juillet 1887, avril 1888).

Et d'abord, occupons-nous du livre de M. Rouché. Il débute par une Introduction qui renferme le rappel des notions fondamentales de la Statique, indispensables pour l'intelligence du reste de l'ouvrage, et l'exposé de quelques propositions de géométrie qui sortent du domaine classique et qui sont cependant d'un usage constant dans les procédés de la Statique graphique.

A cette introduction succède la théorie des polygones funiculaires sur laquelle reposent tous ces procédés et que M. Rouché présente avec une élégance faite pour séduire le lecteur au seuil même de l'ouvrage. La séparation est nettement tranchée des propriétés géométriques et des propriétés mécaniques des polygones funiculaires, qu'on a souvent le tort de confondre dans un même exposé ; M. Rouché fait de chacune de ces catégories de propriétés l'objet d'un chapitre différent.

Signalons un détail bien propre à mettre en lumière la rigueur minutieuse du savant professeur : il a soin, après avoir établi, au moyen des propriétés des polygones funiculaires, les conditions *graphiques* d'équilibre d'un système de forces, de montrer l'équivalence de ces conditions et de celles auxquelles conduit l'analyse. On reconnaît là le souci de précision du pur mathématicien.

Suivent les problèmes usuels relatifs à la composition des forces, notamment la détermination des réactions des appuis d'un corps gêné, si importante pour la pratique.

Arrivant à la notion des systèmes continus de forces, l'auteur étudie les propriétés des courbes funiculaires, puis il aborde la théorie de la *ligne élastique* qu'il esquisse dans ses traits essentiels avec une lumineuse simplicité.

Ayant fait voir ainsi la façon dont s'introduisent dans les problèmes d'élasticité les centres de gravité et les moments d'inertie, M. Rouché consacre un chapitre à ceux-ci.

Là se borne l'exposé des principes généraux ; l'auteur entame ensuite l'étude des grands problèmes de la stabilité des constructions au moyen des procédés graphiques, en commençant par celui de la poutre droite à deux appuis soumise à des charges fixes, concentrées ou continues, puis à une charge mobile. Pour ce dernier cas, M. Rouché a adopté la jolie solution donnée par M. G. Leman dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (2e série, t. IX). Il n'a garde cependant d'omettre l'élégant théorème de Culmann sur le moment fléchissant maximum produit sous un essieu déterminé. Il a soin aussi d'examiner l'influence des entretoises.

L'application la plus courante de la Statique graphique est peut-être celle qui se rapporte à la détermination des forces intérieures dans les systèmes articulés ; aussi M. Rouché s'y étend-il comme il convient.

On sait que deux méthodes ont été proposées pour la résolution de ce problème général, l'une dite *méthode des sections,* pour la mise en œuvre de laquelle Culmann, son premier inventeur, et M. Ritter ont indiqué deux procédés ; l'autre dite *méthode des nœuds,* pour l'application de laquelle Maxwell et M. Cremona ont eu recours à la considération des *figures réciproques* (1).

M. Rouché expose successivement les deux méthodes et en fait immédiatement des applications propres à en faciliter l'intelligence. Ces applications concernent, pour la méthode des sections, les poutres en treillis simple, et pour la méthode des nœuds, les systèmes désignés sous le nom de *frameworks* ou *travures réticulaires,* que M. Rouché appelle plus simplement des *frames,* et particulièrement la ferme Polonceau à une seule bielle.

L'auteur fait ensuite cette remarque très judicieuse : " La méthode des nœuds ou des figures réciproques se recommande par son élégance et sa rapidité. Mais elle ne donne les tensions ou les compressions des barres que de proche en proche. Il y a même des cas où elle exige plus de travail que la méthode des sections, par exemple dans la poutre Warren quand on a fait préalablement l'épure des moments fléchissants et des efforts tranchants..... Enfin, la méthode des nœuds, si commode dans le cas des frames, devient parfois insuffisante, lorsque le système articulé est plus complexe tout en restant susceptible d'être traité par la statique. On combine alors les deux méthodes en appelant à l'aide, pour certains détails, la méthode des sections. "

Et l'auteur en donne un exemple remarquable en étudiant la ferme Polonceau à trois bielles.

M. Rouché se trouve tout naturellement amené, à la suite de ces développements, à examiner quelles sont les conditions pour que la statique seule fournisse les tensions d'un système de barres. La question, comme le rappelle l'auteur, a été complètement traitée par M. Maurice Lévy dans un important Mémoire présenté à l'Académie des sciences en 1872, et qui a fourni la

(1) Voir l'analyse de l'ouvrage de M. Cremona, traduit par le capitaine Bossut, que nous avons publiée dans la livraison de juillet 1885 de la *Revue.*

matière de toute la note placée à la fin de la deuxième édition de la *Statique graphique* de ce savant géomètre. Mais, sans pousser la solution jusqu'au bout, comme l'a fait avec tant d'habileté M. Lévy (en s'appuyant précisément sur les belles recherches de M. Rouché relatives à la résolution des équations linéaires), notre auteur signale un criterium toujours applicable dans les cas de la pratique, car les exemples d'exception à ce criterium " sont de ceux qu'on ne rencontre que quand on les cherche. „ Ce criterium est le suivant : *Pour que la statique seule fournisse les tensions d'un système articulé, il faut et il suffit, en général, que ce système ne contienne pas de barres surabondantes, c'est-à-dire que, si* S *désigne le nombre de nœuds, le nombre des barres ne surpasse pas* $2S-3$.

Pour le cas où il existe des barres surabondantes et où, par suite, la statique devient impuissante à faire connaître seule les forces intérieures, M. Rouché indique sommairement comment l'intervention des principes de l'élasticité permet de lever la difficulté.

Il termine par une énumération des avantages des systèmes sans lignes surabondantes, à propos de laquelle il emprunte à M. M. Lévy de très sages conclusions qui seraient à méditer par tous les constructeurs.

En dernier lieu, M. Rouché s'occupe de la poutre continue pour laquelle il développe la solution de Mohr, qui repose sur l'emploi du second polygone funiculaire et que, par une analyse attentive, il est arrivé à décomposer en trois théorèmes principaux. Il a soin, en outre, de signaler les vérifications qu'offre cette solution.

L'auteur aborde ensuite la recherche des *charges défavorables* et l'examen de l'influence de la *dénivellation des appuis*. Il réduit la solution de la première de ces questions à trois règles fort simples.

Il signale enfin l'heureuse transformation de la méthode de Mohr qui a été proposée en 1886 par M. Bertrand de Fontviolant, et qui revient à décomposer en quelque sorte le second polygone funiculaire de Mohr en deux autres plus simples.

Nous n'hésiterons point, à la suite de cette analyse sommaire, à exprimer tout le plaisir que nous a causé la lecture du livre de M. Rouché.

Nous mettons en fait qu'il n'est pas possible d'atteindre à un plus haut degré de lucidité et de précision.

Nombre d'auteurs qui ont écrit sur la Statique graphique, ingénieurs et techniciens, malgré de grandes qualités de science

et d'invention, ont péché, il faut bien le dire, par le mode d'exposition. Leur plume est assez souvent lourde, leur plan parfois diffus. Cela, encore un coup, n'enlève rien à leur mérite d'inventeurs, mais rend leur lecture assez pénible.

Laissant de côté les livres qui, comme celui de M. Maurice Lévy, visent un autre but, en embrassant un champ bien plus vaste de la science, nous ne craignons pas de dire que la Statique graphique, *réduite à ses éléments,* attendait encore sa forme vraiment classique. C'est celle-ci que M. Rouché vient de lui donner.

M. Rouché est l'auteur de plusieurs ouvrages didactiques hautement appréciés, notamment de ce célèbre traité de géométrie, publié en collaboration avec M. de Comberousse, et dont la réputation est universelle. Aussi son style, d'une allure d'ailleurs très attachante, a-t-il cette netteté, cette précision que donne l'habitude de la rédaction mathématique. Ce n'est pas à dire, au moins, qu'il soit aride et sec. Il est fait au contraire pour charmer ceux qui ne sont point insensibles à la forme littéraire, comprise ainsi qu'elle doit l'être quand elle s'applique à des sujets vraiment scientifiques. Les matières sont, en outre, admirablement coordonnées dans ce volume ; les divisions, bien nettes, aident puissamment l'attention du lecteur. C'est, en somme, une œuvre accomplie que nous offre M. Rouché. Sa place est, dès aujourd'hui, marquée dans toutes les bibliothèques d'ingénieurs.

Le livre de M. Kœchlin, nous l'avons déjà dit, vise un autre but. Ce n'est pas un ouvrage didactique ; c'est un recueil d'applications. Celles-ci ont été choisies par l'auteur pour mettre en relief les réels avantages de la Statique graphique. C'est, en effet, une erreur de croire que celle-ci s'applique aussi heureusement à toute espèce de calcul de résistance. Le champ où son action est efficace est très vaste assurément ; il est pourtant limité, et M. Kœchlin s'est proposé de nous en faire parcourir les principaux parages. L'auteur est d'ailleurs en excellente situation pour réaliser un tel programme. Il a reçu l'initiation directe de Culmann et il a eu, depuis, de nombreuses et importantes occasions de mettre à l'épreuve de la pratique les méthodes en question.

Avant d'entrer dans le vif de son sujet, M. Kœchlin, dans un premier chapitre, a réuni quelques renseignements utiles sur les charges dont il faut tenir compte dans l'étude des ponts (chemins de fer et routes en France) et des charpentes métalliques, sans omettre l'action du vent et l'influence de la température.

Il s'occupe ensuite des poutres à parois pleines, en se plaçant successivement dans tous les cas que peut offrir la pratique, et en prenant chaque fois des *données numériques,* détail qui révèle l'homme pratique, et qui aide incontestablement à l'intelligence des procédés indiqués, en précisant la marche à suivre.

L'auteur a soin de faire connaître aussi le calcul des rivets. Il semble, au premier abord, qu'il ne s'agisse là que d'un détail ; les constructeurs savent, par expérience, de quelle importance est ce détail. Un mauvais rivetage peut compromettre un ouvrage d'ailleurs bien conçu dans son ensemble.

Après les poutres pleines, les poutres à treillis. Ici le premier problème qui se pose est celui de la détermination des efforts. L'auteur rappelle en quelques mots les méthodes proposées pour le résoudre par Culmann, Ritter, Cremona. De leur comparaison il conclut — et son avis mérite d'être écouté — que les deux premières méthodes sont préférables lorsqu'il s'agit de charges variables, parce qu'elles permettent d'obtenir les efforts maxima dans les différentes pièces sans qu'il soit besoin, pour chacune des surcharges correspondantes, de construire les efforts de tout le système ; pour le cas des charges constantes, il préconise la méthode de Cremona qui donne, dans un même polygone des forces, tous les efforts du système.

Après avoir signalé les propriétés caractéristiques des différents systèmes de poutres à treillis, M. Kœchlin étudie, en se servant toujours de données numériques, les types les plus usuels (treillis simple en V et en N ; poutre parabolique simple à treillis double ; poutre parabolique double). Il s'occupe aussi de la résistance au flambage et s'attache ensuite, très en détail, à la détermination des efforts secondaires engendrés par la rigidité des attaches. En Europe, en effet, contrairement à ce qui se pratique généralement en Amérique, les assemblages se font par des rivets qui s'opposent à toute rotation relative. L'invariabilité, aux nœuds, des angles d'inclinaison engendre des flexions qui donnent lieu aux efforts qui fixent l'attention de M. Kœchlin ; le paragraphe développé qu'il leur consacre est, ainsi qu'il nous l'apprend, la traduction d'une note du professeur W. Ritter, de Zurich. Il y a joint une étude des efforts supplémentaires, engendrés par des dispositions défectueuses.

L'auteur passe ensuite à la déformation des poutres, puis au calcul des contreventements sur lequel il insiste comme il convient, le sujet étant d'importance, enfin au calcul des appuis.

Un court chapitre est consacré aux piles métalliques. Ces

ouvrages sont soumis à des efforts de deux sortes : les charges verticales et l'action horizontale du vent. M. Kœchlin commence par montrer la façon dont on peut se rendre compte des uns et des autres. Il s'attache ensuite à la stabilité et au calcul des amarrages, et il étudie les déformations tant verticales qu'horizontales qu'ont à subir les piles métalliques, sans négliger l'influence de la température.

Avant d'aborder l'étude des arcs métalliques, l'auteur se livre à une petite digression sur les centres de gravité, les moments du premier et du second degré, la fibre neutre et le noyau central. Ce rappel de notions théoriques, dont nous ne contestons pas l'utilité, rompt un peu, à notre avis, l'harmonie du livre. Nous l'aurions voulu voir placer soit au début, sous forme de préliminaire, soit à la fin, en appendice. Cette observation, d'ordre secondaire, ne touche d'ailleurs pas au fond de l'ouvrage.

Abordant la question des arcs métalliques, qui occupe dans le volume la place importante à laquelle elle a droit, l'auteur commence, dans une courte introduction, par signaler les principaux types d'arcs (sans articulations, à deux et à trois articulations) en faisant voir, en quelques mots, comment la forme générale varie avec le surbaissement. Il indique aussi les conditions dans lesquelles l'emploi de l'arc est le plus avantageux : " Dans les ponts pour routes, la hauteur des arcs pourra être plus faible que dans les ponts de chemin de fer, parce que la surcharge y joue un rôle moins important et donne des moments fléchissants plus faibles..... D'une manière générale, on peut dire que les arcs se prêtent mieux aux ponts pour routes qu'aux ponts de chemin de fer, surtout pour les petites portées. La forme qui convient le mieux aux arcs est la forme parabolique..... L'avantage des ponts en arcs sur les autres systèmes de ponts s'accentue surtout pour les grandes portées. Pour les petites portées, les arcs ne se justifient que par la question d'aspect ; l'économie de poids qui pourrait résulter de ce système de construction est compensée par la main d'œuvre, qui est plus coûteuse que dans les poutres droites, et par la plus grande importance des culées. „

Le calcul des arcs sans articulations ou à deux articulations ne saurait se faire par la statique seule ; il y faut faire intervenir la théorie de l'élasticité.

M. Kœchlin a complètement adopté pour ce problème important la solution de M. W. Ritter, et l'exposé qu'il nous en donne n'est autre que la traduction même de l'ouvrage de ce savant professeur intitulé *Der elastische Bogen (L'Arc élastique)*.

Le point de départ de la théorie de W. Ritter est la fixité des appuis pendant l'action des forces extérieures. L'exposé débute par l'étude de la déformation élastique d'un élément d'arc dans les deux cas de la paroi pleine et du treillis. L'auteur ramène ensuite le problème à une question de statique par l'application aux centres de gravité des éléments de l'arc, dans le cas de la paroi pleine, et aux nœuds, dans le cas du treillis, de poids fictifs dont il donne la définition. Tout se réduit alors à l'emploi de l'ellipse centrale de l'arc ainsi chargé, ellipse dont la construction est indiquée avec beaucoup de soin pour l'un et l'autre cas. La détermination des charges défavorables des diverses pièces de la construction s'obtient au moyen de la courbe sur laquelle se coupent les réactions correspondantes des deux appuis, à laquelle, dans le cas de l'arc sans articulations, il faut adjoindre la courbe enveloppe des réactions. M. Ritter s'étend en détail sur la construction des courbes et sur leur usage, et fait voir comment on peut tenir compte de l'influence d'un changement de température. Il donne un exemple, sur données numériques, avec épures, du calcul dans le cas d'un arc sans articulations et d'un arc à deux articulations sur les appuis.

Il est à remarquer que la méthode de calcul exposée s'applique à un ouvrage *de dimensions connues*. Elle permet donc de vérifier après coup la résistance d'un ouvrage donné, non de déterminer les dimensions de celui-ci en vue de la résistance à obtenir. Il y aurait là un cercle vicieux (qui se retrouve d'ailleurs dans toutes les méthodes similaires) si M. Ritter n'avait eu soin de donner le moyen d'effectuer le calcul approximatif tant des arcs sans articulations que des arcs à deux articulations. On détermine, à l'aide d'un tel calcul, les sections à donner aux pièces; on applique ensuite à ces pièces la méthode exacte, et on se rend alors compte de la façon dont on doit les modifier pour obtenir le meilleur emploi du métal.

M. Kœchlin a ajouté à cet intéressant exposé un exemple, toujours sur données numériques, du calcul approximatif d'un arc à deux articulations et à paroi pleine.

Quant aux arcs à trois articulations, leur calcul s'opère sans qu'il y ait à recourir à la théorie de l'élasticité, attendu que la courbe des pressions passe par trois points fixes et qu'il suffit des lois de l'équilibre pour déterminer les réactions qui correspondent à une charge donnée.

Ce système d'arc est celui qui laisse peser le moins d'incertitude sur la répartition des efforts. Il a aussi l'avantage de ne

donner lieu à aucun effort supplémentaire dans la construction, soit sous l'influence des changements de température, soit en raison des variations de longueur de la corde provenant d'un mouvement des maçonneries. On sait que c'est lui qui a été adopté pour les fermes, de 115 mètres de portée, de la merveilleuse galerie des machines du Champ-de-Mars, à l'Exposition universelle.

M. Kœchlin fait connaître le calcul de ces arcs, puis il étudie l'influence du vent sur les arcs. La question est très compliquée, mais elle est susceptible d'une solution approximative très suffisante pour les besoins de la pratique et que l'auteur développe avec beaucoup de soin.

L'auteur aborde ensuite le problème des poutres continues, pour lequel il adopte la solution de Mohr. Cette solution est aujourd'hui classique et nous n'avons pas à y insister. Il nous suffira de dire que M. Kœchlin en a fait, avec exemples à l'appui, un exposé des plus complets. Cette solution suppose, on le sait, la section constante. Pour le cas de la section variable, M. Bertrand de Fontviolant a donné une méthode qui permet de tenir compte, pour chaque élément de poutre, de sa section réelle. Cette méthode qui, dans le livre qui nous occupe, précède la méthode de Mohr, nous semble devoir plus logiquement venir après, puisque, même dans le cas de la section variable, on commence par faire un calcul approximatif des dimensions par la méthode de Mohr.

Lorsqu'il s'agit d'un ouvrage métallique, il ne suffit pas de se rendre compte de la façon dont se comportera l'ouvrage une fois achevé, mais encore pendant sa mise en place. Des accidents retentissants ont même prouvé qu'on ne saurait trop prêter d'attention à ce côté de la question. M. Kœchlin s'attache, en conséquence, au calcul de la résistance et de la déformation d'un tablier continu pendant le lançage, avec exemple numérique à l'appui. Il s'occupe également du montage en porte-à-faux et de la descente d'un tablier sur ses appuis.

M. Kœchlin traite ensuite du calcul des poutres des ponts tournants et des types de fermes les plus usités dans les charpentes (fermes Polonceau à une ou deux bielles ; fermes à treillis simple ou double ; fermes courbes à trois et à deux articulations). Toutes ces questions sont épuisées par lui avec cette entente des choses de la pratique qui le distingue.

Sortant un instant du domaine de la Statique graphique, l'auteur s'occupe du calcul des joints des poutres. Il n'échappera à

personne que cette question, trop souvent négligée dans les traités de construction, a un lien assez intime avec celles qui sont développées dans l'ouvrage pour trouver naturellement sa place dans celui-ci. Elle comporte d'ailleurs une très grande part d'intérêt. Nous n'hésitons pas à dire que les indications fournies à son endroit par M. Kœchlin seront très précieuses pour les constructeurs.

Un dernier chapitre est réservé aux piles en maçonnerie, y compris les culées de pont en arc, les tours de phare et les cheminées en maçonnerie.

Enfin l'ouvrage se termine par un recueil de tables et de formules d'un usage courant dans les calculs de construction et qu'il est utile au lecteur d'avoir sous la main.

Ce qui caractérise particulièrement le livre de M. Kœchlin, dont nous venons d'indiquer les grandes lignes, c'est le souci qu'a eu constamment l'auteur de donner, pour chacun des procédés qu'il signale, un véritable type de calcul appliqué à des données numériques prises dans la pratique. Les planches qui accompagnent le volume sont elles-mêmes de véritables épures cotées, telles qu'elles seraient dressées dans un bureau d'ingénieur, en vue de l'exécution d'un ouvrage. Cette façon de faire rend incontestablement les explications beaucoup plus claires. Les praticiens auxquels s'adresse M. Kœchlin l'apprécieront beaucoup, sans aucun doute.

On a pu voir par ce qui a été dit plus haut que les applications qui ont été choisies par l'auteur sont de celles qui reviennent, pour ainsi dire, chaque jour dans les bureaux de constructeurs. Il en est quelques autres que M. Kœchlin — il nous le dit lui-même dans sa préface — aurait pu faire figurer aussi dans son ouvrage ; tels sont les ponts suspendus, les voûtes, les murs de soutènement. Il ajoute qu'il aurait trouvé là la matière d'un autre volume tout entier. Espérons qu'il nous donnera ce volume quelque jour. En attendant, celui qui vient de paraître est appelé à rendre les plus grands services à tous ceux qui ont à faire des calculs de construction.

M. d'Ocagne.

IV

Traité de Sylviculture, par L. Boppe, professeur de sylviculture à l'École nationale forestière, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture. — Un vol. in-8° de xxxvi-444 pp. — 1889. Nancy et Paris, Berger-Levrault.

Cours de technologie forestière, *créé à l'École de Nancy par H. Nauquette, directeur honoraire de l'École.* Édition entièrement nouvelle, publiée par L. Boppe, professeur de sylviculture à l'École nationale forestière, ancien élève de cette école. — Un vol. in-8° de xvi-335 pp. — 1887. Nancy et Paris, Berger-Levrault.

Les deux ouvrages dont les titres sont inscrits ci-dessus se complètent l'un par l'autre; et si nous les présentons en un ordre inverse à leur ordre chronologique, c'est que les circonstances qui ont amené leur composition et leur publication successives n'imposent point cet ordre à l'écrivain chargé d'en rendre compte. Celui-ci reste libre de les examiner dans leur ordre logique, lequel implique la connaissance de la culture et des lois de la production et du développement des bois avant celle de la manière de procéder à leur abatage et à leur débit.

Le *Traité de Sylviculture* de M. Boppe n'est point une innovation, en ce sens qu'il existait déjà d'autres ouvrages sur la matière. Sans parler du *Traitement des bois en France* de M. Broillard, qui s'adresse spécialement aux particuliers propriétaires de bois; ni du *Manuel de Sylviculture* de M. Bagneris, qui est plutôt un compendium, un memento, qu'un traité; moins encore du *Guide du forestier* de M. Bouquet de la Grye, beaucoup plus abrégé et qui est surtout destiné aux simples préposés (brigadiers et gardes); nous avions le *Cours de culture des bois* de MM. Lorentz et Parade, qui est, en France, l'ouvrage classique par excellence en matière de sylviculture. Mais, subissant le sort de toutes choses ici-bas, cet ouvrage, qui fut longtemps et à juste titre la loi et les prophètes au sein de l'administration forestière française, a un peu vieilli. Non pas qu'il ne soit toujours excellent et qu'il ne contienne les principes généraux dont on ne se départira jamais impunément; mais des faits nouveaux se sont

produits, des découvertes, des observations nouvelles se sont ajoutées, depuis la mort des auteurs, au fonds commun de connaissances existant de leur temps, et le *Cours de culture* a fini par se trouver incomplet. Quand parut sa première édition, en 1837, la sylviculture était en France une science toute nouvelle, presque inconnue encore : à peu près seules, les onze promotions sorties de l'École royale forestière depuis sa fondation possédaient les principes et les notions générales de cette science que leurs maîtres avaient été étudier en Allemagne d'après les Hartig et les Cotta, sans négliger d'ailleurs nos naturalistes du XVIIIe siècle, les Duhamel, les Buffon, les Varenne de Fenille, qui avaient posé, d'après leurs connaissances en physiologie végétale, les premiers principes d'une exploitation rationnelle des forêts. Mais leurs sages prescriptions avaient été peu écoutées et peu suivies. Sans doute les saines traditions du métier n'étaient pas nouvelles au sens absolu du mot; car lorsqu'on compulse les vieux documents concernant celles de nos forêts domaniales qui ont appartenu jadis aux anciens ordres religieux, on n'est pas peu surpris d'y trouver prescrites et appliquées les règles les plus en rapport avec une gestion rationnelle et savante. Seulement c'était là une exception, et une exception généralement oubliée. L'ordonnance de Louis XIV (1669), préparée par les soins de ce grand ministre qui s'appelait Colbert, constituait assurément un progrès considérable sur les pratiques communément suivies auparavant; combien les règles d'exploitation dont elle prescrivait l'observance étaient encore primitives cependant, et éloignées de celles qui ont prévalu depuis la fondation de l'École forestière de Nancy! Enfin, et c'est le pire, la révolution avait passé par là, grande destructrice des forêts comme de tout ce qui avait un passé derrière soi. Le premier Empire, en état de guerre perpétuelle, n'avait pu donner ses soins à une branche de l'administration publique aussi importante mais en même temps aussi spéciale que la gestion des forêts. C'est la Restauration qui, dès qu'elle eut pu, allant au plus pressé, panser les plaies des deux invasions et des guerres plus glorieuses que profitables qui les avaient provoquées, étendit la première sa sollicitude au domaine forestier de la France et le sauva en quelque sorte par ces deux importantes mesures : la création de l'École forestière de Nancy en 1824, l'élaboration et la promulgation, en 1827, du Code forestier qui, reprenant à la célèbre ordonnance royale de 1669 tout ce qu'elle avait de compatible avec le nouvel ordre de choses,

rajeunissant le surplus pour l'adapter à des temps plus récents, fut un véritable monument de sage législation appropriée aux circonstances. Grâce à elle, les forêts purent être conservées et améliorées, au moins jusqu'à ces dernières années.

Le *Cours de culture des bois,* professé d'abord, puis publié à la suite de ces mesures fondamentales, a suffi longtemps aux besoins de l'enseignement supérieur; et M. Boppe a pu, en toute logique, publier son *Cours de technologie forestière,* dont nous parlerons plus loin, avant son *Traité de Sylviculture :* ses élèves étaient nourris des préceptes du *Cours de culture,* qu'il avait du reste complété pour eux dans ses leçons orales, et pouvaient aborder hardiment l'étude de l'exploitation proprement dite et des divers modes de débit des bois. Sa nouvelle publication arrive ainsi à son heure pour enseigner les jeunes gens, rafraîchir la mémoire et compléter les connaissances des forestiers d'âge mûr, charmer les loisirs de leurs devanciers qui conservent dans la retraite le goût des choses du métier, instruire enfin tous ceux qui, à un titre quelconque, propriétaires, gérants ou régisseurs, sont intéressés à la prospérité des forêts grandes ou petites et à tout ce qui s'y rattache.

Le *Traité de Sylviculture* se partage en cinq grandes divisions. Il envisage d'abord la forêt quant à sa *Constitution naturelle* (1°); en second lieu, il la considère quant à sa *Constitution économique* (2°); puis il indique le *Traitement* ou, plus exactement, *les traitements* (car il y en a un assez grand nombre) qui sont ou peuvent être appliqués aux forêts pour en réaliser le produit tout en les entretenant et les conservant en bon état (3°). Dans un sens restreint, l'*Exploitation des forêts,* en tant qu'exploitation culturale plutôt qu'industrielle, est le sujet de la quatrième grande division; et les *Peuplements artificiels,* comprenant les repeuplements proprement dits, les reboisements de montagnes, les créations de massifs forestiers en terrains dénudés, la fixation des dunes, etc., sont rangés dans la cinquième de ces divisions premières de l'ouvrage.

I. Dans la *Constitution naturelle de la forêt* l'auteur expose non seulement ce qui la constitue directement et à proprement parler, c'est-à-dire l'arbre, ses nombreuses espèces ou *essences* et leur mode de groupement, la nature du sol, en ses divers éléments tant minéralogiques que purement physiques ; — mais encore ce qui influe plus ou moins directement sur les uns et les autres : agents atmosphériques, climats, expositions, etc.

L'eau est un des agents les plus indispensables à la végétation, servant de véhicule aux matières nutritives de la plante et fournissant à celle-ci l'hydrogène et l'oxygène qui entrent dans la composition de ses principes immédiats. Elle se présente soit à l'état de pluie, de neige ou de rosée et, sous cette forme, d'une manière le plus souvent utile ; soit à l'état de givre, de grêle ou de verglas, toujours plus ou moins nuisibles. Le soleil, par ses radiations tant calorifiques que lumineuses, préside à la nutrition de la plante et lui donne la vie. Le rôle *utile* de l'électricité dans la végétation n'est guère mentionné que pour mémoire. Cependant M. Grandeau, dont notre auteur cite et s'assimile souvent les travaux, a donné, dans son compact ouvrage sur *La nutrition de la plante*, des indications sur ce sujet, qui eussent pu être indiquées : “ Toutes conditions égales d'ailleurs, dit-il, qualités physiques et chimiques du sol, température, exposition, climat, la végétation prendra un plus grand développement dans les lieux où l'action électrique de l'air peut se faire sentir (1). „ Il est vrai que, d'autre part, sous la forme de foudre, l'électricité “ produit des désordres souvent mortels, dit avec raison M. Boppe, sur les arbres qui en sont frappés „.

Les courants atmosphériques ont également une influence utile ou nuisible à la végétation suivant qu'ils se manifestent sous forme de brises ou de vents modérés, qui déplacent continuellement et sans secousses les couches d'air, ou qu'ils se précipitent en tempête, en vents violents, desséchant l'atmosphère, soulevant et déplaçant les terrains mouvants, brisant ou déracinant les arbres qui se trouvent sur leur passage.

Sur la description des climats, soit de plaine, soit de montagne, forestiers et maritimes ou continentaux ; sur les sols, leurs éléments de fertilité, leur classement ; sur l'influence de l'état boisé pour la conservation, l'accroissement même de la fertilité du sol, — nous ne nous étendrons pas aujourd'hui. Nous avons en effet déjà traité, ici-même, — avec moins d'autorité assurément, mais dans le même sens et le même esprit, — toutes ces questions en deux études intitulées respectivement : *Le couvert et la couverture du sol forestier* (2), et *Sols, climats, altitudes (Études forestières)* (3). — Nous avons hâte, laissant de côté ce

(1) Cf. L. Grandeau, *L'électricité atmosphérique et la végétation* in LA NUTRITION DE LA PLANTE ; *L'atmosphère et la plante*. p. 341.

(2) *Revue des quest. scientif.*, livraison d'avril 1880, t. VII, pp. 393 et suiv.

(3) *Ibid.*, liv. de juillet 1881, t. X, pp. 57 et suiv.

Comme M. Boppe, nous nous sommes beaucoup servi dans ces deux

qui est commun aux forêts comme à tous autres phénomènes de la végétation, d'arriver à ce qui est exclusif aux premières et les constitue spécialement, à savoir l'arbre considéré 1° individuellement, 2° dans les diverses essences forestières, 3° à l'état de massifs ou de peuplements.

Les parties constitutives de l'arbre ; son mode de végétation et d'accroissement dans nos climats tempérés à retour périodique des saisons ; ses différentes formes suivant l'espèce, l'âge, les conditions de la végétation à l'état isolé ou à l'état rapproché et plus ou moins serré ; ses modes de reproduction par semence, et au moyen de ce que l'auteur nomme " rajeunissement par les *axes* „ (rejets, drageons, marcottes, boutures) ; voilà ce qui se rapporte à l'arbre considéré en lui-même, et forme une subdivision spéciale sous cette rubrique significative : **L'arbre.**

Suivent **Les essences**, leurs définitions et distinctions en *arbres, arbrisseaux, morts-bois,* bois *durs* et bois *blancs* ou tendres ; leur *tempérament,* c'est-à-dire le mode d'action sur elles de la lumière, de l'ombre, de l'humidité, de la sécheresse, de la chaleur, du froid, de la nature du sol, comme aussi leur plus ou moins grande longévité; leur classement soit en espèces *sociales,* comprenant toutes les essences à graines lourdes, — *disséminées,* à graines toujours légères, les " fruitiers „ exceptés, — en espèces *indigènes* et *naturalisées,* — en essences *feuillues* et essences *résineuses ;* enfin leurs MONOGRAPHIES. Celles-ci sont au nombre de 24; certains *groupes* comme les " Fruitiers „ n'en formant qu'une seule chacun ; encore ces " Fruitiers „, plus ou moins séparés botaniquement, sont-ils ici réduits à trois : l'Alisier des bois, *Sorbus torminalis* (Crantz), le Sorbier cormier, *S. domestica* (Lin.) et le Merisier, *Cerasus avium* (Mœnch.). Rien de l'Allouchier ou Alisier blanc, *Sorbus aria* (Crantz.), ni du Cochène ou Sorbier des oiseleurs, *S. aucuparia* (Lin.). Il n'est point question non plus du Poirier et du Pommier sauvages, *Pirus communis* (Lin.), *Malus acerba* (Mérat), qui cependant se rencontrent aussi fréquemment en forêt que bien d'autres essences disséminées. Les arbres non indigènes mais naturalisés, même de longue date, comme les Platanes, le Noyer, le Marronnier d'Inde, le Cèdre du Liban, le Pin Weymouth et jusqu'au Robinier, *Robinia pseudo-acacia* (Lin.), si répandu aujourd'hui dans les forêts, sont simplement

études des travaux de M. Grandeau et, d'après lui, des agronomes forestiers allemands, notamment d'Ebermayer. — Nous avons mis également à profit les mémoires et ouvrages de MM. Fliche et Henry, de l'École forestière de Nancy, Dehérain, de Gasparin, Stanislas Meunier, Coquand, etc.

mentionnés avec plusieurs autres moins importants, mais n'ont pas été jugés dignes des honneurs de la monographie. Ces omissions, que n'avait pas toutes faites le *Cours de culture des bois,* s'expliquent d'ailleurs. Depuis l'apparition de ce classique traité et plus de vingt ans après sa première publication parut, en 1858, la *Flore forestière* de M. A. Mathieu. La troisième et dernière édition (publiée en 1877) de cette *Flore* est aujourd'hui entre les mains de tous les forestiers français et de bon nombre de forestiers appartenant à d'autres nationalités. Là sont décrits, non seulement par leurs caractères botaniques, mais aussi, chaque fois qu'il y a lieu, avec toutes les données culturales et industrielles utiles, tous les arbres, arbrisseaux, arbustes, sous-arbrisseaux forestiers dicotylédones indigènes en France et en Algérie, ainsi que tous ceux qui, d'origine étrangère, sont naturalisés dans nos pays d'une manière suffisamment assurée pour pouvoir être considérés comme acquisitions définitives. Il était donc loisible à l'auteur d'un Traité, non pas de botanique ou d'arboriculture forestière, mais de sylviculture générale, de ne donner de monographies détaillées que sur les essences exclusivement indigènes et principales, se bornant à énumérer les autres : ses lecteurs savent tous qu'ils n'ont qu'à ouvrir la *Flore forestière* pour y trouver toutes les monographies qui manquent dans le *Traité de Sylviculture.*

Après avoir envisagé l'arbre en lui-même d'abord, puis dans ses différentes essences, avec les exigences, le tempérament de chacune d'elles, il reste à le considérer non plus individuellement, mais groupé en plus ou moins grand nombre et en massif plus ou moins serré dans un espace donné, à l'état de **peuplement** autrement dit. A propos de la formation des peuplements, la fameuse question des *alternances* est traitée ou plutôt indiquée en quelques lignes. L'école actuelle (nous prenons ici le mot " école „ dans le sens de " doctrine „) n'admet pas les alternances en matière de végétation forestière, du moins en un sens analogue à celui qu'il a dans les théories " qui trouvent leur application en agriculture. „ Nous n'entrerons pas ici dans une discussion qui d'ailleurs ne nous paraît pas épuisée ; empressons-nous toutefois de reconnaître que les explications données de l'élimination naturelle de certaines essences et de leur remplacement par d'autres sont, dans l'application courante, parfaitement plausibles, nous dirons même rigoureusement exactes, et que dès lors elles suffisent dans la pratique. La question de l'existence ou de la non-existence d'une loi plus générale soumettant, sauf des

cycles de temps plus considérables, les végétaux forestiers aux mêmes conditions que les plantes agrestes, devient ainsi une question purement théorique pouvant être réservée, niée même si l'on y tient absolument, sans inconvénient pour la bonne gestion des forêts.

II. Quand on s'occupe de la *Constitution économique de la forêt*, on ne l'envisage plus au point de vue des phénomènes d'histoire naturelle qu'elle présente dans le règne végétal, mais on la considère comme un capital susceptible de produire un revenu, et l'on cherche le moyen de rendre ce revenu aussi régulier que possible. On atteint ce but, dans la mesure réalisable, au moyen de l'*aménagement*. Considéré dans toute son étendue, ses détails et les multiples applications qu'il peut impliquer, l'aménagement constitue à lui seul toute une science d'application et demande des traités spéciaux ; mais cette science repose sur des données élémentaires et générales qui font partie intégrante de la sylviculture ; comme telles, elles doivent être présentées et suffisamment développées pour rendre l'élève apte à en aborder plus tard l'étude d'application avec toute l'étendue et l'ampleur qu'elle comporte. Ces données élémentaires reposent principalement sur l'**exploitabilité** à l'aide de laquelle on détermine la **possibilité**, deux termes, deux ordres d'idées dont nous avons suffisamment entretenu les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* pour qu'il soit hors de propos d'y revenir ici (1). Les divers systèmes d'aménagement sont déterminés d'après la possibilité suivant qu'elle est réglée par surface ou étendue sur le terrain, par volume du bois à exploiter ou par nombre de pieds d'arbre.

III. Le *Traitement des forêts* diffère de leur aménagement en ce qu'il peut se concevoir indépendamment du capital qu'elles représentent et du revenu à en tirer, au moins d'une manière périodique et à intervalles rapprochés. Sans doute il s'allie le plus souvent, dans la pratique, à l'aménagement soit assis et réalisé d'avance sur le terrain, soit au moins intentionnel et permettant de régler les exploitations suivant un plan voulu et préconçu ; en réalité ce sont deux choses différentes, l'une, l'aménagement, étant essentiellement subordonnée à l'autre. Le

(1) Cf. *De l'exploitabilité et de la possibilité*. REVUE DES QUEST. SCIENT., octobre 1887, t. XXII, pp. 398 et suiv., et juillet 1888, t. XXIV, pp. 68 et suiv.

traitement, — et nous entendons ici le traitement méthodique et raisonné, non la pratique toute primitive consistant à couper du bois au hasard, au fur et à mesure des besoins, à peu près comme on va puiser de l'eau à la fontaine, — le traitement des forêts est défini très heureusement par notre auteur : " l'ensemble des opérations culturales qui leur sont appliquées systématiquement, en vue d'en obtenir la plus grande quantité possible de bois exploitable ".

Suivant l'origine, la forme, la consistance des peuplements, le régime auquel ils ont été antérieurement soumis, leur composition en massifs purs ou mélangés, les essences qui y dominent ou y règnent exclusivement, l'état de la végétation, — le meilleur mode de traitement à leur appliquer pourra varier dans d'assez grandes proportions. Il pourra être immédiatement *permanent* si la régularité du peuplement s'y prête, *temporaire* dans les cas contraires. Temporaires et permanents, les modes de traitement énumérés et décrits dans le *Traité de sylviculture* sont au nombre de huit ; mais les modes permanents (on en compte six) peuvent se ramener à trois, qui ne sont pas inconnus pour les lecteurs de la *Revue,* savoir :

La FUTAIE, le TAILLIS SIMPLE et le TAILLIS COMPOSÉ ou SOUS-FUTAIE.

Nous nous sommes occupé des deux derniers, en octobre 1887 et juillet 1888, et n'avons pas à y revenir aujourd'hui. Observons toutefois qu'il est deux modes du taillis simple, assez secondaires à la vérité, que nous n'avions point signalés, et dont il peut être intéressant de dire quelques mots. Il s'agit des taillis *furetés* et des *têtards* et *arbres d'émonde.*

Le furetage d'un taillis consiste à parcourir plusieurs fois le même peuplement dans la durée d'une révolution, en n'exploitant chaque fois sur chaque cépée que les brins les plus gros et ayant atteint l'âge fixé pour l'exploitabilité. Supposons un taillis fureté s'exploitant à 30 ans : on le parcourra tous les 10 ans, par exemple, en n'enlevant chaque fois que les brins ayant atteint l'âge de 30 ans, et l'on aura ainsi un peuplement de trois âges aussi intimement mêlés que possible, puisque ces trois âges se retrouveront sur chaque cépée. Ce mode de traitement est avantageux pour les essences qui ont impérieusement besoin d'ombre, comme le hêtre entre autres, parce qu'il maintient le sol toujours plus ou moins couvert et procure ainsi de l'ombre aux jeunes rejets et aux semis. Il a d'ailleurs l'inconvénient grave d'obliger à introduire les animaux et les charrois au sein de peuplements en pleine croissance.

L'exploitation en *têtards* consiste à étêter les arbres à une certaine hauteur de la tige, ou plutôt du tronc, et à revenir couper à brefs intervalles les rameaux qui ont pris naissance autour de la section résultant de ce tronçonnement. Chaque tronc ainsi mutilé devient comme un sol artificiel dont le produit est représenté par la frondaison dont il se couvre. On n'obtient guère ainsi que du menu fagotage. Toutefois, appliqué aux saules de la division des osiers et des angustifoliés, principalement au Saule blanc, *Salix alba* (Lin.), ce mode d'exploitation produit, tous les 3 ou 4 ans, des brins propres à la vannerie, au cerclage et à la fabrication des liens.

Les *arbres d'émonde* sont ceux dont on exploite la frondaison, non en écourtant leur tige, mais en l'élaguant périodiquement de toutes les branches et ramilles qu'elle a jetées autour d'elle. On a un type de ce mode d'exploitation dans le peuplier d'Italie, qui ne conserve même qu'à ce prix sa forme pyramidale régulière. Les arbres d'essences dures, ainsi traités, ne se dégradent pas à l'intérieur comme les têtards et peuvent fournir un jour des pièces de charpente d'une grande résistance.

On sait que le régime de la *Futaie* est caractérisé moins par la hauteur et la dimension des arbres que par le mode de régénération des peuplements ainsi traités, c'est-à-dire par le semis naturel comme élément principal et essentiel (1).

Les arbres résineux ou conifères étant incapables de " se rajeunir par les axes, „ autrement dit de se reproduire par rejets de souche, marcottage ou drageons, le régime de la futaie est le seul qui leur soit applicable, tandis que les arbres feuillus ou angiospermes, surtout ceux qui sont doués d'une grande longévité, peuvent être soumis à ce régime aussi bien qu'à celui du taillis.

Il y a plusieurs manières d'appliquer le régime de la futaie. Notre auteur les rattache à deux seulement : la *Futaie régulière* et la *Futaie jardinée*. La première est celle où l'on maintient les peuplements à l'état régulier ou uniforme, soit en les dégageant par des coupes d'éclaircie successives, de manière à laisser toujours aux arbres maintenus sur pied une part d'espace, d'air et de lumière proportionnée à leur développement, soit en les abandonnant pendant toute la durée de la révolution pour en exploiter en une coupe unique tous les arbres sauf la réserve de quelques-uns laissés à titre de *porte-graine*. Ce dernier mode,

(1) Cf. *Revue des quest. scientif.*, art. déjà cité, t. XXII, p. 409.

dont le savant écrivain fait un cas particulier du régime de la futaie, et qui se pratique en asseyant les coupes par contenance et de proche en proche, est connu sous le nom de *tire et aire,* ce qui ne veut pas dire : " avec réserve d'un certain nombre de porte-graine, „ bien que cette réserve soit comprise dans le régime. Le sens, assez obscur en soi, des mots *tire et aire,* est ainsi expliqué dans le *Dictionnaire des eaux et forêts* de Baudrillart : " Ces coupes seront faites à tire et aire, c'est-à-dire de suite, sans relâche et sans intermission de la vieille vente à la nouvelle, et en allant toujours devant soi... Ce mode est bon pour les taillis (1). „ Et de fait la même expression s'emploie aussi pour l'exploitation des carrières à ciel ouvert, quand on veut obliger l'entrepreneur à n'entamer aucune parcelle nouvelle de sa concession avant que les précédentes aient été complètement épuisées (2). Ce terme d'ailleurs, qui semble bizarre, paraît être la corruption d'une expression plus intelligible et qui justifierait la signification que lui donne Baudrillart; il viendrait de *tirer aire* ou *tirer à aire.* Le mot *aire* étant synonyme de *surface,* la vieille locution forestière devient plus facile à comprendre : elle signifie *tirer à la surface,* c'est-à-dire se régler d'après une surface ou contenance donnée.

Quoi qu'il en soit de ce point de détail, le sympathique auteur expose avec grande impartialité les avantages et les inconvénients de chacun des régimes ou modes de traitement, tout en exprimant, suivant son droit, et justifiant ses préférences pour la Futaie régulière normale, dont le mode de traitement est souvent désigné sous ce vocable : " Méthode du réensemencement naturel et des éclaircies, „ ou, plus abréviativement, *Méthode naturelle,* bien que tout y soit en réalité artificiel, au moins en ce sens que ce n'est que par une longue série d'exploitations culturales savantes et habilement dirigées, que l'on peut arriver à constituer une futaie régulière normale, laquelle ne résulte jamais du seul jeu des forces de la nature privées du concours de l'homme. La forêt cultivée, c'est-à-dire soumise à une direction raisonnée, qui se rapprocherait le plus de l'état de nature, ce serait la forêt

(1) Baudrillart. *Dictionnaire général raisonné et historique des eaux et forêts,* Paris 1825. T. II, au mot *Tire et Aire.*

(2) Notre auteur lui-même a employé l'expression de *tire et aire* en un sens analogue, dans son *Cours de technologie forestière* dont nous nous occupons plus loin. On y lit, en effet, à la page 140, à propos de l'abatage des taillis : " D'ailleurs les ouvriers abattent les bois à tire et aire, *c'est-à-dire de proche en proche,* et dirigent la chute des brins, etc. „

traitée en *Futaie jardinée,* où les arbres de tous âges se trouvent rapprochés les uns des autres, depuis le brin de semis naissant jusqu'à l'arbre exploitable, avec tous les intermédiaires: où l'on va chercher, pour les abattre, les arbres parvenus à maturité là où ils se trouvent, et dont l'exploitation n'occasionne jamais de vide, de trouée ou de découvert sensible, parce qu'ils sont distants les uns des autres, et que tout l'espace qui les séparait est couvert par des sujets plus jeunes quoique d'âges variés.

Le mérite réciproque de la Futaie régulière et de la Futaie jardinée a donné lieu à bien des discussions et pourrait en motiver bien d'autres encore. On ne saurait nier toutefois que la première soit plus savante, implique, pour être bien comprise et bien dirigée, une plus grande somme de connaissances, et soit par elle-même, au moins théoriquement, bien plus satisfaisante pour l'esprit. Il est toutefois telle et telle circonstance où la méthode dite du *jardinage,* et dont nous venons d'indiquer le principe, est non seulement préférable, mais même la seule applicable, ce que l'auteur constate lui-même du reste, en exposant avec une parfaite clarté les raisons de ces différences de traitement.

En ce qui concerne les bois feuillus, il y aurait également matière à discussion sur le mérite comparé du régime de la futaie régulière et de celui du taillis composé *à longue révolution.* De très bons esprits donnent la préférence à ce dernier régime, sinon d'une manière absolue, au moins dans certains cas faciles à déterminer. Nous n'avons pas d'ailleurs à entrer dans ce différend. Constatons seulement que du moins notre méthodique et sagace écrivain démontre magistralement, en ce qui concerne les taillis, la supériorité, tout au moins quant aux essences supérieures, des longues révolutions, comme 35 ou 40 ans, qu'il s'agisse de taillis composés ou même de taillis simples, sur les révolutions de 18 ou 20 ans par exemple ; on ne devrait adopter ces dernières que dans les terrains par trop maigres et ingrats pour nourrir plus longtemps de bons brins de cépée. Encore n'est-il pas démontré que, dans bien des cas, l'on n'améliorerait pas le sol, à la longue, en prolongeant suffisamment la durée de la révolution.

Par cela même que chacun des deux régimes de la futaie et du taillis implique plusieurs modes, il peut se présenter telle circonstance où l'on ait intérêt à faire passer une forêt ou un peuplement donné de l'un de ces modes à l'autre. Quand on veut amener un massif forestier, où les âges sont confusément mêlés, à l'état d'une suite de peuplements uniformes et d'âges réguliè-

rement gradués, on y parvient par un traitement essentiellement temporaire, dit de *transformation :* c'est le cas d'une futaie jardinée que l'on voudrait transformer en futaie régulière, ou d'un taillis fureté qu'il s'agirait de ramener à la méthode ordinaire du taillis. Si, pour un motif quelconque, il fallait effectuer les opérations inverses et appliquer le furetage à un taillis régulier ou le jardinage à une futaie normale, c'est encore par des coupes de transformation que l'on arriverait à ce résultat.

Ce n'est pas tout. L'on peut également avoir intérêt à convertir un taillis simple en taillis composé ou l'un et l'autre en futaie et réciproquement. L'on y parvient par les traitements dits de *conversion.*

Transformations et conversions exigent des opérations spéciales et compliquées qui varient beaucoup suivant l'état des peuplements. Elles sont supérieurement exposées dans le *Cours de culture des bois* auquel notre auteur fait de judicieux emprunts, qu'il complète du reste par ses observations personnelles. Nous ne saurions les résumer ici.

IV. Le mot *exploitation,* dans l'économie rurale et forestière, dit Baudrillart, " comprend tous les travaux qui ont pour objet d'obtenir des produits d'une terre, d'un bois ou de quelque autre propriété de ce genre ; mais l'usage en a restreint la signification, dans l'économie forestière, à la coupe des bois sur pied, *sylvarum cædes,* et au façonnage du bois coupé, *utilior lignorum confectio* „ (1).

C'est dans le premier de ces deux derniers sens, *sylvarum vel arborum cædes,* que l'on a à envisager l'*Exploitation des forêts* dans un traité de sylviculture. Et comme, en dehors des opérations spéciales de boisement et repeuplement dont il sera dit quelques mots plus loin, la " culture des bois „ se fait à peu près exclusivement au moyen de la direction et de la marche imprimées aux *coupes,* c'est-à-dire aux exploitations, dont quelques-unes sont même exclusivement culturales, on doit ajouter, en sylviculture proprement dite, au sens du mot " exploitation „, une idée de soins culturaux.

L'assiette des coupes, l'abatage du bois, le façonnage et l'enlèvement des produits, sont les points sur lesquels doit porter très principalement l'attention du forestier ; car de leur bonne ou mauvaise exécution peut dépendre l'avenir même de la forêt.

(1) Baudrillart, *Dictionnaire des eaux et forêts,* t. II.

Ayant exposé naguère en quoi consistent les *règles d'assiette* (1), nous n'y reviendrons pas, si ce n'est pour signaler ce fait, que l'auteur a légèrement modifié la troisième d'après M. Bagneris et diverses observations personnelles, et supprimé la quatrième, en la faisant rentrer, par extension, dans la troisième. La modification apportée à celle-ci consiste à remplacer généralement, au moins en France, les directions du nord au sud et de l'est à l'ouest par la direction du nord-est au sud-ouest (2).

L'abatage, le façonnage et l'enlèvement des produits ne sont traités que sommairement, l'étude développée de ces questions trouvant naturellement sa place dans la *Technologie*. Mais, à la suite des données générales rapidement exposées qui les concernent, il y a les soins à accorder aux peuplements parcourus par les exploitations, pour leur entretien et leur amélioration : notamment les repeuplements artificiels (semis ou plantations), soit pour compléter le massif sur les points où se seraient produits des clairières, des trouées ou des vides, soit pour introduire des essences précieuses absentes dans le peuplement ; l'émondage des arbres laissés en réserve sur les taillis, pour les débarrasser des branches gourmandes, tout en s'abstenant rigoureusement de procéder à aucun élagage proprement dit. Dans la pratique administrative courante, cette dernière recommandation est excellente : toutefois proscrire tout élagage d'une manière absolue, en dehors de ces rameaux et brindilles à très faible diamètre dont l'enlèvement constitue l'*émondage*, n'est-ce pas un peu excessif ? Les inconvénients constatés lors de l'exploitation d'arbres ayant été élagués sont hors de conteste. Il resterait à savoir si leur cause réside dans l'élagage lui-même ou dans la manière dont il a été dirigé et surtout exécuté. L'opération est assurément des plus délicates ; elle exige, pour la direction, une étude approfondie du mode de croissance des arbres de chaque essence, jointe à une circonspection et à une prudence extrêmes, et pour l'exécution, des ouvriers d'une habileté manuelle consommée. Elle est donc dangereuse entre des mains insuffisamment expérimentées, et il y a lieu de la proscrire en

(1) *Revue des quest. scient.*, t. XXII, pp. 434 et suiv.

(2) Le texte porte, p. 285 : " en allant du Nord-Est au Sud-*Est*. „ C'est évidemment une faute d'impression : aller du N.-E. au S.-E., ce serait, par le fait, aller du nord au sud, après s'être placé à l'est du peuplement ou de la forêt à parcourir par les coupes. Mais alors, pour peu que ces coupes soient disposées en 2 ou 3 rangées, la dernière rangée se trouverait à l'ouest des précédentes et irait, relativement à celle-ci, du N.-O. au S.-O.

général dans les grands services publics.Mais il ne paraît pas démontré qu'un propriétaire éclairé, instruit et d'assez de loisirs pour donner tous ses soins à la forêt qui entoure sa résidence, comme feu le vicomte de Courval, dans l'Aisne, et plus récemment le comte de Cars dans le même département, ne puisse point atteindre à des résultats favorables et exempts des très graves inconvénients signalés. En sorte que, tout en approuvant, au point de vue de la pratique administrative courante, les prescriptions de M. Boppe contre l'élagage, nous aurions aimé qu'il les eût présentées d'une manière moins générale et moins absolue. L'auteur sur lequel il s'appuie (1) a puisé d'ailleurs ses renseignements, beaucoup moins en sa propre expérience, que, à peu près exclusivement, dans des auteurs allemands qui avaient peut-être, qui sait? leurs raisons pour être hostiles à un mode de traitement naguère préconisé surtout en France.

Il y a enfin le chapitre de la protection de la forêt contre ses nombreux ennemis, animaux sauvages (mammifères, oiseaux ou insectes), végétaux parasites, et enfin contre l'homme lui-même, le plus terrible de tous. Nous ne nous y arrêterons point, afin de ne pas étendre outre mesure cette analyse déjà longue.

V. Nous passerons rapidement aussi sur les *Peuplements artificiels,* qui font l'objet de la cinquième partie. Semis, conservation des semences, préparation du sol à ensemencer, différents modes de semis, application aux principales essences ; plantations, choix et qualité des plants, entretien et roulement des pépinières tant locales ou permanentes que *volantes* ou temporaires, exécution des plantations suivant les divers modes ou saisons que commandent les circonstances du lieu où l'on opère, puis, comme pour les semis, application aux principales essences ; enfin *boutures et marcottes,* mode accessoire de peuplement artificiel, — tels sont les traits principaux d'un long chapitre qui constitue tout un traité spécial sur la matière.

L'application, en un sens très général, des principes et procédés développés dans ce précédent chapitre au " Boisement des terrains nus „ comprend : 1° la création pure et simple de forêts par voie artificielle dans des terrains seulement improductifs ou insuffisamment rémunérateurs, tant en plaine qu'en coteaux ou en montagne, dans les sables de la Sologne comme

(1) M. Martinet, garde général des forêts, *Considérations et recherches sur l'élagage des essences forestières.* Paris, 1876.

dans les steppes des Landes, opération toujours facultative et laissée à la libre volonté des propriétaires, sauf, en certains cas déterminés, encouragements et subventions par l'État ; 2° les reboisements rendus obligatoires pour cause d'utilité publique, soit pour la restauration et la consolidation des montagnes, soit pour la fixation des dunes mouvantes du littoral.

Nous avons eu occasion d'aborder ici-même toutes ces questions (1). Il semble donc peu à propos d'y revenir dans le compte-rendu développé d'un livre qui d'ailleurs, pour la sûreté de la doctrine, pour l'ordonnance parfaite des matières qu'il étudie, pour la facilité de l'élocution et la clarté du style comme pour l'excellence de la méthode, ne mérite que des éloges et se recommande sans distinction à tous les amis de l'arbre et de la forêt.

Si, quant aux détails de la forme, il nous était permis de signaler, non pas certes quelques taches, nous n'en avons aperçu aucune, mais de simples grains de poussière qu'un souffle suffirait à faire diparaître, nous soumettrons au très savant et d'ailleurs très littéraire auteur nos doutes sur quelques locutions qui, bien que très usitées dans le langage administratif, semblent néanmoins les unes d'un style un peu négligé, d'autres étymologiquement inexactes. Par exemple, l'emploi du pronom démonstratif *celui* ou *celle* immédiatement suivi de l'épithète ou qualificatif appliqué au substantif que ce pronom représente, s'il est à la rigueur correct grammaticalement parlant, est en tout cas peu élégant au point de vue du style ; et l'on ne sache pas qu'il se rencontre souvent chez les auteurs qui font autorité en la matière.

En voici quelques exemples : " Cette faculté productive s'étend aussi bien aux plantes ligneuses qu'à *celles herbacées* „ (pp. 48 et 49). " Parmi les espèces indigènes, *celles feuillues* sont douées de la faculté, etc. „ (p. 65). " Les jeunes plants... supportent mieux le couvert dans les régions chaudes et bien ensoleillées, que dans *celles froides et brumeuses.* „ Mieux vaut, en pareil cas,

(1) Cf. *Revue des quest. scient.*, t. IV (liv. d'oct. 1878), pp. 513 et suiv., et t. V (liv. de janv. 1879), pp. 155 et suiv. : L'ART FORESTIER A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878 : *Reboisement et gazonnement des montagnes. — Terres incultes et improductives. — Fixation des dunes. — Boisement des landes, etc.*

Ibid., t. VIII (liv. d'octobre 1880), pp. 466 et suiv. : *Une exposition forestière en Auvergne.*

Ibid., t. XVI (1884) à t. XX (1886), une série d'articles sous ce commun titre : *Reboisements et repeuplements*, 2e partie de : *Montagnes et torrents.*

employer toute autre tournure ; la clarté n'a rien à y perdre, et l'élégance du style ne peut qu'y gagner (1).

Une autre locution, aussi usitée d'ailleurs qu'elle semble peu logique, est celle de *bisannuelle* pour indiquer une périodicité de tous les deux ans. *Bisannuel* veut dire deux fois annuel: Bis, deux fois. On dit, d'une publication périodique paraissant deux fois par semaine ou deux fois par mois, qu'elle est *bi-hebdomadaire* ou *bi-mensuelle*. D'une revue qui paraîtrait deux fois par ans, on la dirait de même bisannuelle. Lors donc que, pour indiquer que le Chêne occidental diffère du Chêne-liège proprement dit seulement parce qu'il met deux ans au lieu d'un à mûrir son fruit, l'on désigne sa maturation comme *bisannuelle,* l'expression n'est-elle pas impropre? Il est vrai que la même anomalie existe déjà en botanique pour les plantes herbacées qui ne durent que deux ans ; on les dit *bisannuelles*. Pourquoi ne pas employer le mot *biennal,* dont la signification propre est précisément : " qui dure deux ans „ ? Énoncer que la maturation des glands du Chêne occidental est *biennale,* ce serait s'exprimer d'une manière qui se comprendrait immédiatement et sans peine.

Fermons la page sur ces minuties ; et, du Traité de Sylviculture, passons à la *Technologie* du même auteur.

—

Cet ouvrage, ou plus exactement, le sujet dont il s'occupe, avait été déjà traité antérieurement et par un autre membre du corps forestier enseignant, sous ce titre : Exploitation, débit et estimation des bois, *Cours créé à l'École impériale forestière* par H. Nauquette, conservateur des forêts, directeur de l'École impériale forestière, ancien élève de cette école. La seconde édition du livre de M. Nauquette portait la date de 1868. Le nouvel ouvrage qui le remplace et qui en est comme une troi-

(1) Cette tournure de phrase, déjà désagréable avec le pronom démonstratif pris au féminin, choque bien davantage avec le masculin. On arrive alors à des rédactions comme celles-ci :

" Les eaux pluviales qui alimentent les grandes crues ne commencent à devenir dévastatrices que lorsqu'elles passent de l'état traînant à *celui ruisselant...* „

" L'intérêt des populations pastorales des Alpes et *celui général* commandaient, etc. „ (Cf. *Régénération des montagnes des Alpes* dans la Rev. des Eaux et forêts, t. XXIV, année 1884, pp. 210 et 215).

sième édition, mais entièrement refondue et différente des précédentes, est de 1887. Dix-neuf ans le séparent donc du précédent. Or bien des choses se passent en dix-neuf ans ; et de même que le *Cours de culture des bois,* le traité de l'*Exploitation* de ces mêmes bois, quoique moins ancien, avait vieilli lui aussi. D'ailleurs, la seconde édition était depuis longtemps épuisée ; et son auteur, atteint par l'inflexible limite d'âge qui renvoie en un moment donné tout fonctionnaire aux douceurs de la retraite et de la vie privée, préférait laisser à son successeur le soin de fixer par l'impression, les modifications et les améliorations que celui-ci avait dû apporter au cours antérieurement créé.

On a dit plus haut que, dans le langage de l'économie forestière, le sens du mot " exploitation „ se réduit à deux acceptions : 1° *Sylvarum cædes,* qui implique toujours plus ou moins, parfois même exclusivement, un but cultural ; et 2° *utilior lignorum confectio,* qui est surtout une affaire industrielle.

Ce côté industriel n'intéresse pas moins le forestier que l'exploitant, le sylviculteur que le commerçant qui achète les bois sur pied pour en tirer les produits les plus avantageux à son industrie. Et par *forestier,* par *sylviculteur,* nous n'entendons pas seulement le personnel de cette partie de l'administration publique dont la mission est de gérer les forêts de l'État ou des personnes morales placées sous la tutelle de l'État, comme les communes, les hôpitaux, etc., mais quiconque assume, avec les connaissances et les aptitudes voulues, la charge de régler et de conduire le traitement cultural d'une ou plusieurs propriétés en nature de bois, le producteur, en un mot, quel qu'il soit. Celui-ci doit être au courant des procédés de l'exploitant, ou mieux *des exploitants,* ainsi que des diverses sortes de produits que la nature des bois ou les procédés en usage permettent de tirer de tout peuplement forestier exploitable, afin de pouvoir diriger le traitement de la propriété forestière en vue d'obtenir ces produits au maximum de qualité et de quantité. Il doit les connaître également en vue d'exercer une surveillance efficace sur les coupes ou exploitations, et de prévenir ou punir la fraude si elle vient à s'exercer, comme aussi de favoriser dans la mesure du possible les plus utiles des industries qui ont le bois pour matière. Il doit enfin, tout comme l'exploitant, être versé dans l'estimation du volume des bois et de leur valeur marchande tant sur pied qu'abattus, et pouvoir apprécier, suivant les circonstances, le mode de vente le plus avantageux.

De là trois grandes divisions dans un cours de *Technologie forestière :*

1° Le Bois, ses emplois, les caractères, qualités et défauts des principales essences; sa durée, les causes de son altération, les moyens usités pour assurer sa conservation; ses *produits accessoires.*

2° Débit en bois marchands, comprenant l'abatage et le premier façonnage des bois en forêt déjà exposé sommairement dans le *Traité de Sylviculture,* le cubage des bois abattus, le débit en bois de feu (chauffage et charbon) et en bois d'œuvre (construction, marine, sciage, fente, tranchage).

3° Cubage des bois sur pied et modes de vente des coupes de bois.

Sans entrer dans tous les détails des enseignements multiples et circonstanciés contenus dans ce vaste cadre, nous signalerons toutefois les points les plus saillants.

I. Dans la première partie, l'auteur, s'appuyant d'une part sur les nombreuses observations contenues dans la classique *Flore forestière* de M. Mathieu, et de l'autre sur les données pratiques du *Traitement des bois en France à l'usaye des particuliers* de M. Ch. Broillard, dont il a été rendu compte ici-même, livraison de juillet 1881 (1), établit un classement des essences principales tant indigènes que naturalisées, d'après les caractères distinctifs de leur bois et ses principaux emplois. Ce classement est fort digne d'attention.

Il comprend d'abord les deux grandes divisions naturelles en *Bois feuillus* et *Bois résineux,* suivies d'une troisième, artificielle celle-là, mais dictée par la variété et le peu d'importance relative des bois qui la composent, celle des *morts-bois* (arbrisseaux, sous-arbrisseaux, arbustes). Dans la première, deux groupes : 1° Bois à vaisseaux inégaux, les plus gros groupés dans la zone interne des couches concentriques; ce sont tous des bois durs. 2° Bois à vaisseaux fins sans zone interne bien distincte. Dans le premier groupe, deux sous-groupes : le premier sous-groupe comprend les bois dans lesquels la zone poreuse des gros vaisseaux est très apparente, d'où résulte une plus grande élasticité; ce sont les chênes rouvre et pédonculé, le châtaignier, le frêne, le robinier et le micocoulier. Les chênes yeuse et liège à zone poreuse très peu accusée forment le second sous-groupe. Le deuxième groupe comprend des bois durs, comme le hêtre, le charme, les érables, les fruitiers et le noyer, — des bois demi-

(1) T. X de la collection, p. 226.

durs, comme les aunes et bouleaux, — enfin les *bois blancs* proprement dits ou bois tendres, comme les diverses variétés de saules, de peupliers et de tilleuls.

Parmi les *Bois résineux,* il en est dont le bois parfait ne se distingue pas de l'aubier, tels sont le sapin et l'épicéa; et d'autres, comme le mélèze et toutes les variétés de pins, où ces deux qualités du bois sont très tranchées. Il y a donc, dans cette seconde division, un troisième et un quatrième groupe.

On comprend sans peine l'importance que doit avoir, au point de vue de l'emploi de chacun des différents bois suivant les usages auxquels il est le plus propre, ce classement des essences. Chacune d'elles est d'ailleurs examinée en détail avec indication de tous les éléments permettant d'établir sa valeur relative comparée aux autres, et sa valeur intrinsèque considérée relativement à elle-même suivant les conditions des sujets. Un examen analogue, mais naturellement beaucoup plus rapide, est accordé aux essences arbustives, frutescentes et sous-frutescentes : bourdaine, buis, cornouillers, coudrier, épines, fusain, houx, etc.

Cet important exposé est complété par un tableau des densités minima et maxima de toutes les essences précédemment étudiées.

Suit l'indication des causes nombreuses de l'altération des bois abattus : causes physiques, comme celles qui résultent des influences de milieu; altérations chimiques (pourriture) provenant de la présence de ferments et de champignons; ravages causés soit par les insectes qui vivent de la substance ligneuse, soit, quand il s'agit de bois immergés en mer, par le mollusque marin connu sous le nom de *taret*. De nombreuses figures dans le texte fournissent des spécimens des effets produits par ces diverses causes. Il y a aussi les vices résultant de défaut de structure ou de maladies de l'arbre sur pied, l'indication des moyens de tirer parti néanmoins de son bois dans la mesure du possible, et enfin les procédés de préservation et de conservation des bois exploités.

Quelque saisissant intérêt que présentent toutes ces questions, nous les laisserons pour dire quelques mots des *produits accessoires* des essences forestières, dont quelques-uns sont moins connus, bien qu'ils forment parfois la part principale du revenu des peuplements qui les produisent. Ils sont de deux sortes : les écorces et les résines. Les premières fournissent, suivant les essences, des produits bien différents; les unes sont des

écorces *à tan* qui, réduites en poudre, servent au tannage des cuirs; les chênes rouvre, pédonculé, yeuse, sont les bois qui en fournissent le plus, mais on en tire aussi, dans certains pays, du chêne-liège, de l'épicéa, du pin d'Alep, des aunes, des saules, du sumac. D'autres sont des écorces *à liège* et proviennent exclusivement des chênes *liège,* de la Provence, et *occidental,* des départements du sud-ouest. Enfin il y a les écorces *à tille;* ce sont celles des tilleuls dont la partie interne, le *liber,* détaché en longues lanières après rouissage préalable, est tillé, tordu et façonné en cordes à la manière du chanvre.

Il va de soi que tous les procédés de levée des différentes écorces sont minutieusement indiqués. En ce qui concerne celle des écorces à tan, l'écorçage à la vapeur ne pouvait être passé sous silence; or M. Boppe constate que, par des analyses très soigneusement faites au laboratoire de M. Grandeau, directeur de la Station agronomique de l'est et professeur d'agriculture à l'École forestière, il a été reconnu que, toutes choses égales, et moyennant les mêmes soins d'expédition, d'emmagasinement et de préservation, il n'y a pas de différence sensible de qualité entre les écorces levées en sève et celles qui ont été levées à la vapeur après l'exploitation.

Malheureusement un préjugé aussi tenace que routinier oppose un obstacle à peu près invincible à la diffusion de l'écorcement par ce dernier procédé. Les tanneurs refusent obstinément les écorces levées à la vapeur. Longtemps encore par conséquent les écorces de chêne destinées à la tannerie seront levées en temps de sève, au préjudice des taillis qui ont à supporter cette opération, trop fructueuse sans doute pour être négligée, mais qui ne laisse pas d'être nuisible au recru, tant par le fait de la présence des ouvriers sur le parterre des coupes pendant la période de plus grande activité de la sève, que par la perte de la feuille du printemps toujours plus productive que la feuille d'août.

Les résines végétales fournies par les conifères, qu'on appelle pour cette raison *résineux,* s'obtiennent par le *gemmage.* Cette opération varie avec les essences ; mais comme on ne gemme plus guère, au moins en France, que le pin maritime des départements du sud-ouest, le seul résineux qui donne encore des produits suffisamment rémunérateurs, c'est surtout le gemmage de ce pin que notre auteur expose avec détails. Le gemmage du sapin, de l'épicéa, du mélèze, du pin noir d'Autriche et du pin d'Alep, qui n'est exercé que sur une très faible échelle quand il n'est pas abandonné, n'est indiqué que sommairement.

II. L'outillage des bûcherons varie peu dans les diverses parties de la France; il est utile de le connaître cependant, et les figures à l'appui du texte, ici comme dans toutes les parties de la *Technologie,* sont d'un utile secours pour le lecteur. Elles aident d'ailleurs à suivre la description des divers procédés d'abatage et de premier façonnage des produits d'une coupe, soit en piles ou *cordes,* s'il s'agit de bois de feu proprement dit (chauffage) ou de charbonnette (bois à charbon), soit en billes ou billons s'il s'agit de bois d'œuvre. Ces billes et billons, c'est-à-dire des tiges ou portions de tiges dépouillées des branches, cimeaux et houppiers, subissent un classement déterminé par leurs dimensions et les emplois auxquels l'exploitant les destine, tandis que les branchages, de même que les rejets de taillis ou brins trop faibles pour mériter, industriellement parlant, le nom d'arbres, sont répartis, suivant leurs dimensions, en *bois de corde,* fagots et bourrées. Le bois de corde comprend, avec le bois de chauffage, les bois à charbon, qui entraînent la description des procédés de carbonisation de ces bois. Cette fabrication du charbon, qui se fait généralement sur le parterre des coupes, est une des industries les plus caractéristiques résultant de l'exploitation des taillis. Le cubage, c'est-à-dire la détermination exacte du volume de tous ces produits, tant au plein qu'au volume empilé, dans lequel entrent les interstices compris entre les bûches des stères et les rames et brindilles des fagots, implique des opérations assez compliquées que l'auteur expose très complètement, avec indication des calculs, d'ailleurs assez simples, qu'elles nécessitent.

Les divers procédés et moyens d'équarrissage, à vive arête, avec flaches, au quart sans déduction ou au sixième déduit, pour traverses des chemins de fer ; la fabrication des étais de mines, des poteaux télégraphiques, des perches à houblon, des pièces de charronnage ; — voilà pour les bois de construction et de menu service.

Le débit en bois de sciage est des plus variés suivant les pays et suivant les qualités qu'on désire obtenir; car autre est l'aspect d'une planche sciée sur maille ou parallèlement à l'axe de la bille. Le mode de sciage sur maille ou sur quartier varie lui-même à l'infini, non seulement d'une essence à l'autre, mais encore sur la même essence. Au sciage s'ajoute, depuis environ un demi-siècle, le *tranchage,* par lequel on partage, au moyen de mécanismes ingénieux, une bille ou tronce grume successivement en lames minces, dont l'épaisseur peut descendre jusqu'à

2 millimètres et même au-dessous. On obtient ainsi, dans les bois d'essences précieuses et d'un poli élégant, des feuilles pour placage, ou des lames minces pour l'étude microscopique, par transparence, des tissus ligneux.

C'est par la *fente* que l'on fabrique le *merrain* pour la tonnellerie, la cuvellerie, les parquets, la boissellerie, etc. : douves, douelles, chanteaux, cerches, échalas, gournables, bardeaux, et jusqu'aux tables de résonnance pour la lutherie.

Les *bois de marine* n'ont plus la même importance qu'autrefois, aujourd'hui que le fer entre pour la majeure part dans le matériel de la construction des navires. Néanmoins le bois y joue toujours un certain rôle, et il n'est pas sans utilité de connaître la forme et l'emploi des pièces qui y sont encore usuellement employées. C'est par les développements que comporte cette question dans la mesure où elle conserve son importance, que se termine la deuxième grande division du *Cours de technologie forestière.*

III. La troisième, comme on l'a vu, a pour objet le cubage et l'estimation des bois sur pied, et les modes de vente des coupes.

Si le cubage des bois abattus est déjà une opération minutieuse et délicate, en raison des formes toujours plus ou moins irrégulières qu'affectent les arbres et les brins même les mieux venus, à plus forte raison en est-il de même et pis encore quand il s'agit de cuber des arbres *sur pied,* dont on ne peut déterminer directement ni la hauteur ni la grosseur (diamètre ou circonférence) ailleurs qu'à proximité de la base. On arrive bien à évaluer exactement les hauteurs à l'aide d'instruments appelés dendromètres ; on est même parvenu à inventer de ces instruments très facilement portatifs et d'un emploi commode et rapide. Mais la connaissance de la hauteur d'une tige jusqu'au point de découpe et de sa *surface terrière* (c'est-à-dire de sa base considérée à hauteur d'homme, $1^{m},30$ ou $1^{m},35$ au-dessus du sol, pour éviter l'erreur qui résulterait de l'épatement des racines), vous donne seulement deux éléments sur trois du volume d'un tronc de cône dont on ne connaît pas la petite base ; et d'ailleurs la forme des fûts, même des arbres les plus réguliers, n'est pas exactement celle d'un tronc de cône. Tout au moins faudrait-il connaître le coefficient de décroissance... Ce n'est que par de nombreuses expérimentations sur des arbres abattus que l'on peut arriver à déterminer ce coefficient, qui varie d'ailleurs d'essence à essence, de forêt à forêt, et souvent

d'un peuplement au peuplement voisin dans une même forêt. On établit ensuite des tarifs qui servent à établir les volumes avec une exactitude plus ou moins grande suivant qu'il s'agit de déterminer la possibilité par volume, ou d'estimer une forêt en fonds et superficie, ou simplement d'apprécier le matériel dont se compose une coupe à vendre. Tantôt l'on considère les tiges comme des cylindres qui auraient pour base la surface terrière, tantôt comme des troncs de cône ayant pour grande base cette même surface, et l'on détermine les facteurs de conversion appropriés pour passer de ces volumes de convention aux volumes réels.

Enfin, dans des opérations moins importantes, on peut, avec une pratique et des observations antérieures suffisantes, arriver à évaluer ou juger la hauteur et la grosseur moyenne des diverses classes d'arbres ; on considère alors ceux-ci comme des cylindres qui auraient pour base la surface du cercle que déterminerait un plan passant horizontalement par le milieu de la hauteur de fût propre au service.

Ce sont là seulement de rapides indications, pour donner une simple idée de ce qui est traité d'une manière approfondie dans la troisième partie de la *Technologie forestière,* avec accompagnement de nombreux tableaux formés de chiffres qui résultent d'expérimentations nombreuses et se rapportent non seulement aux coefficients de décroissance et autres quantités les plus généralement employées dans les calculs de cubage, mais encore à l'établissement de tarifs, à des déterminations de possibilités, dans un grand nombre de cas différents. La plupart de ces tableaux sont rejetés dans un *Appendice* à la fin du volume : ils sont suivis d'un modèle de calepin pour balivage et estimation des coupes de taillis composés, et finalement de tarifs pour la conversion des anciennes mesures concernant les bois en mesures métriques et réciproquement.

Les *modes de vente* qui terminent le texte proprement dit, sont au nombre de trois. Bien qu'ils intéressent surtout le service forestier français, ils peuvent être utiles également aux particuliers propriétaires de bois ou à leurs régisseurs. Donnons-en l'indication sommaire.

Le mode le plus ordinaire, le plus normal, est la vente à forfait, soit par adjudication, soit de gré à gré, d'une étendue boisée déterminée, sauf les réserves convenues et sous certaines conditions propres à empêcher les abus et à rendre l'exploitation le moins dommageable possible, ou bien d'un nombre d'arbres

spécialement désignés pour être abattus. Ce mode de vente convient surtout aux coupes de taillis simples ou composés comme aux coupes principales des bois traités en futaie.

Mais il est loin d'être toujours applicable aux coupes d'amélioration, qui sont avant tout des opérations culturales. S'il s'agit de desserrer un massif de jeune futaie, par exemple, où les sujets à abattre ne peuvent être judicieusement choisis qu'au fur et à mesure de l'exploitation, il est préférable de faire la dépense nécessaire pour effectuer la coupe soi-même par des bûcherons aux gages du propriétaire, et de vendre ensuite les produits après premier façonnage. Ce mode, toutefois, a le double inconvénient d'obliger le propriétaire à une avance de fonds et de le mettre ensuite à la merci possible de l'acheteur, le bois exploité ne pouvant rester longtemps sans emploi.

Pour remédier à ces graves inconvénients, on a imaginé, vers 1850, un troisième mode connu sous le nom de " vente par unité de marchandises „ ou, plus exactement, " vente sur pied par unité de produits façonnés „. Il consiste, après avoir évalué les différentes natures de produits qui peuvent être réalisés avec les bois à abattre, et estimé la valeur marchande de l'unité de chacun d'eux (mètre cube de service ou d'industrie, cent de perches ou de fagotage, stère de bois de chauffage ou de charbonnette, etc.), à vendre les produits à provenir de la coupe à raison de tant pour cent en plus ou en moins du prix estimatif de l'unité. L'exploitation une fois terminée, c'est le dénombrement contradictoire des produits de chaque nature réalisés qui fait ressortir la somme à payer au propriétaire par l'exploitant.

Ce dernier mode n'est pas non plus sans inconvénients, loin de là; et le moindre d'entre eux n'est pas la complication qu'entraîne la multiplicité des produits avec les erreurs, les malentendus, voire les fraudes qui peuvent aisément s'y glisser. Aussi est-il prudent de ne l'employer que quand la vente sur pied à forfait est à peu près impossible.

Comme on a pu le voir par les deux analyses qui précèdent, le *Traité de sylviculture* et le *Cours de technologie forestière* sont deux ouvrages qui se complètent l'un par l'autre, ou mieux, dont le second est le complément du premier. Très complets dans l'ensemble, très savants dans le fonds en même temps que d'une grande clarté dans l'exposition, ces deux ouvrages placent du coup leurs auteurs au premier rang de la littérature forestière française, à côté des Mathieu, des Parade et des Lorentz.

BOTANIQUE, PALÉOPHYTHOLOGIE et AGRONOMIE FORESTIÈRES, par M. P. FLICHE, professeur à l'École nationale forestière de Nancy. — Plus particulièrement : UN REBOISEMENT. *Étude botanique et forestière.* Mémoire in-8°, extrait des *Annales de la science agronomique française et étrangère.* 1888. Nancy, Berger-Levrault. — *Note sur les formes du genre* OSTRYA. Mémoire in-8°, extrait du *Bulletin de la Société botanique de France,* 1888. Nancy, Berger-Levrault.

M. Fliche, professeur d'histoire naturelle à l'École forestière de Nancy, ne se contente pas d'y exercer avec distinction les attributions qui lui sont confiées ; chercheur infatigable et travailleur persévérant, il enrichit sans cesse la science de ses observations personnelles. C'est avant tout un botaniste distingué ; mais c'est aussi un paléophytologiste et un agronome forestier. C'est en plus un écrivain correct et de bon goût, au style littéraire et facile. Nombreux sont les " Mémoires „ et les " Notes „ publiés par lui dans différents recueils scientifiques et qui, tous, contiennent des observations et des vues originales, à moins qu'ils ne retracent les travaux de savants que la mort a fauchés.

Passons rapidement en revue ces écrits ; en jetant du jour sur les aptitudes variées de leur auteur, ils aideront à saisir l'importance des deux derniers Mémoires dont les titres figurent ci-dessus et sur lesquels nous voudrions appeler plus particulièrement l'attention.

En matière de botanique et de physiologie végétale, nous avons de M. Fliche une *Note sur l'étude de la nervation* des feuilles des arbres, publiée dans le Bulletin de la Société des sciences de Nancy, et une *Étude sur le* PIN PINIER, lue à la 15e session de l'Association française pour l'avancement des sciences (l'une et l'autre en 1886) ; puis quelques mémoires non datés, ou même sans indication d'origine, sur des *Bois* (orme, vigne, pin) *soumis à un enfouissement prolongé,* et enfin sur un insecte rhyncophore parasite du chêne, l'*Orchestes quercûs.* — La paléontologie végétale doit à notre auteur, premièrement deux Notes lues à l'Académie des sciences, l'une sur les *Lignites quaternaires de Bois-l'Abbé près Épinal* (Cf. *Comptes rendus,* 3 décembre 1883), l'autre sur les *Bois silicifiés de la Tunisie et de l'Algérie (Ibid.,* 1er oct. 1888) ; en second lieu une *Étude sur les tufs quaternaires de Resson,* publiée par le Bulletin de la Société géologique de France du 5 novembre 1883 ; puis une Note sur

Un nouveau CYCADEOSPERMUM *du terrain jurassique moyen,* extraite du Bulletin de la Société des sciences de Nancy de mars 1883, et une autre sur les *Flores tertiaires des environs de Mulhouse,* présentée le 31 mars 1886 à la Société industrielle de cette ville ; enfin deux autres Notes, sans date ni indication d'origine, l'une sur la *Flore pliocène de Monte Mario* près de Rome, l'autre sur la *Flore de l'étage rhétien* (infralias) *aux environs de Nancy.*

Quant aux recherches agronomiques, elles semblent faire la base principale des travaux du laborieux professeur. Elles ont commencé avec la collaboration de M. Grandeau, directeur de la Station agronomique de l'est, qui enseigne aux élèves de l'École de Nancy les notions d'agriculture nécessaires à la bonne gestion du domaine forestier : on doit à cette collaboration cinq ou six Mémoires intitulés respectivement : *Influence de la composition chimique du sol sur la végétation du* PIN MARITIME ; — Item *sur la végétation du* CHATAIGNIER ; — *Recherches chimiques sur la composition des feuilles d'âges et d'espèces différents ;* — Item *sur la composition des feuilles du* PIN NOIR D'AUTRICHE (ces quatre mémoires publiés en 1878 par les Annales de la Station agronomique de l'est) ; — *Recherches chimiques sur les Papillonacées ligneuses* (publiées en 1879 par les Annales de chimie et de physique) ; — *Recherches chimiques et physiologiques sur la* BRUYÈRE COMMUNE (Calluna vulgaris) (1). M. Fliche a également publié une Note sur une *Substitution ancienne d'essences forestières* aux environs de Nancy, dans le Bulletin de la Société des sciences de cette ville, année 1886, et une autre sur la *Végétation des tourbières dans les environs de Troyes* (2).

Nous avons dit que, chez notre auteur, le savant est doublé d'un écrivain ; la preuve en est dans un discours de réception prononcé à l'Académie de Stanislas à la séance publique du 20 mai 1880, et dans une notice nécrologique publiée par cette même académie en 1886. Le discours consistait en une *Étude sur J.-B. Mougeot,* à l'occasion de laquelle l'auteur a retracé l'historique complet de la marche et des progrès de la botanique en Lorraine. La Notice est une biographie développée sur l'illustre naturaliste *Godron, sa vie et ses travaux,* dans laquelle l'auteur, après avoir retracé à grands traits la vie privée et la carrière scientifique de son héros, fait ressortir la haute portée philosophique et partant spiritualiste de ses travaux, et cela en des

(1) Ce dernier mémoire paraît être de 1887. Toutefois, ni sa date, ni l'indication du recueil où il a été publié ne sont données sur le tiré à part.

(2) Date et mode de publication également non indiqués.

termes qui ne font pas moins d'honneur au biographe qu'au savant même dont il retrace l'histoire.

Tels sont les principaux travaux publiés par le naturaliste, dont il reste à analyser rapidement les deux derniers mémoires. Le premier et le plus important expose le résultat d'une longue série d'observations sur une petite forêt de 300 et quelques hectares, de création relativement récente pour la plus grande partie, mais dans laquelle quelques parcelles (70 hect. environ en 18 ou 20 lambeaux) proviennent de bois anciens. Assis sur un plateau composé d'argiles et de sables tertiaires, mais déchiré par des ravins et dépressions qui mettent à nu les calcaires friables de l'étage crétacé, ce massif, connu sous le nom de *Bois de Champfêtu*, est situé dans le département de l'Yonne, à 15 kilomètres à l'ouest de Sens. C'est au commencement du siècle actuel qu'on a tenté de boiser toute la partie de la propriété qui avait été précédemment cultivée. On le fit d'abord sans discernement quant à l'appropriation des essences aux différences tant de constitution minéralogique que de condition physique des sols ; il s'ensuivit naturellement des insuccès partiels. De tâtonnements en tâtonnements on parvint cependant à mettre en nature de bois la propriété tout entière. Mais il résulta de cette lente opération, où l'action de l'homme et de la nature se fit sentir soit à tour de rôle, soit simultanément, s'aidant ou se contrariant suivant les cas, un ensemble de phénomènes physiologiques et botaniques dont la sagacité observatrice et patiente de notre auteur a su faire le relevé le plus détaillé et le plus précis. Il a notamment constaté le rôle considérable joué par les lombrics, voire par les mulots, les taupes et autres animaux fouisseurs, dans la bonne constitution de la terre végétale ; l'influence favorable des vieux bois, c'est-à-dire d'un long état boisé, sur l'amélioration du sol ; la lutte des essences entre elles, les unes s'implantant d'elles-mêmes dans des peuplements de main d'homme pour s'y substituer à celles qu'on y avait introduites, après avoir toutefois bénéficié de l'abri fourni préalablement par celles-ci; des phénomènes analogues se produisant parmi les plantes herbacées, qui offrent une flore toute différente et d'ailleurs beaucoup plus riche dans les vieux bois que dans les nouveaux, et qui modifient leur composition suivant celle du peuplement forestier lui-même, ou bien s'excluent ou se prêtent mutuellement appui tout de même que les végétaux ligneux. Enfin il met en relief, d'une manière irréfragable, cette vérité à laquelle toute notre carrière

forestière (soit dit par parenthèse) nous a donné créance, à savoir que les arbrisseaux et les arbustes, ce qu'en terme de métier on appelle les *morts-bois,* loin d'être en soi, comme le préjugé en a prévalu longtemps, nuisibles aux essences arborescentes et de jouer vis-à-vis d'elles le rôle de ce qu'on est convenu d'appeler en horticulture les *mauvaises herbes,* remplissent au contraire un emploi utile, soit en offrant un abri précieux à certains arbres durant la première période de leur développement, soit en couvrant le sol et en l'abritant contre l'insolation en attendant que le développement de la haute végétation forestière ait acquis une amplitude suffisante.

Bien d'autres considérations d'ordre plus exclusivement botanique ressortent des faits observés dans le bois de Champfêtu. Ce n'est pas le lieu de les développer ici. Mieux vaut utiliser la place qui nous reste à dire quelques mots de la *Note sur les formes du genre* OSTRYA. Les arbres du genre *Ostrya* sont très voisins de ceux du genre *Charme (*CARPINUS, *Lin.)* ; ils en ont l'aspect, le port, le feuillage, et leur bois offre également les qualités et les usages de celui du Charme. Ils en diffèrent par la disposition de leurs fruits qui, au lieu se grouper en grappes lâches et pendantes, se réunissent en une sorte de cône ovoïde qui présente une grande analogie de forme avec le strobile du houblon. Aussi le bon public, peu initié aux subtilités de la classification, a-t-il fait de l'Ostrya tout simplement une espèce particulière du Charme, sous la dénomination expressive de *Charme-houblon.* En fait, combien de fois n'arrive-t-il pas que deux espèces, classées bien et dûment dans un même genre, diffèrent plus entre elles que, entre eux, le genre *Carpinus* et le genre *Ostrya !* Quoi qu'il en soit, M. Fliche a étudié les différentes formes de ce dernier et leurs stations géographiques, l'une sur le littoral nord, ouest et est de la Méditerranée (de Nice et de la Corse, peut-être des côtes d'Espagne, jusqu'en Arménie et au Liban) ; l'autre dans l'Amérique du Nord, à l'est des Montagnes Rocheuses, entre le Nouveau-Brunswick au nord, et la province mexicaine de Jalapa au sud. De cette étude il résulte que les formes actuelles de l'Ostrya, *O. carpinifolia, O. virginica, O. corsica, O. genuina,* ne présentent que les différences constitutives des simples variétés, tout au plus des races, et ne doivent pas être spécifiquement séparées. Pour trouver des types spécifiquement distincts, il faut étendre les recherches jusqu'à la botanique fossile. Encore les formes fossiles (tertiaires) de l'Ostrya se rapprochent-elles intimement de l'Ostrya d'Amérique, *O. virginica,*

qui lui-même " ne diffère certainement pas plus de l'ensemble des formes européennes que les *Ostrya* obtenus en Corse des formes continentales de France ou d'Italie. „ Appuyé sur les beaux travaux du marquis de Saporta relativement aux migrations des espèces aux temps géologiques, M. Fliche explique la séparation des deux stations ou aires d'habitation de l'Ostrya par la présence constatée de ce genre dans les couches miocènes des régions polaires : c'est de là qu'il a " rayonné sur les deux continents. „

Nous inclinerions volontiers, quant à nous, et pour plus de simplicité, à faire comme le bon public, et à considérer l'Ostrya comme un simple congénère du Charme.

C. DE KIRWAN.

V

ALGÈBRE, par M. G. DE LONGCHAMPS, professeur de mathématiques spéciales au Lycée Charlemagne. Deuxième édition, revue et considérablement augmentée. — Paris, Ch. Delagrave, 1889. — Un vol. in-8° de XVI-755 pages.

Nous avons analysé la première édition du livre de M. G. de Longchamps dans la livraison d'octobre 1884 de la *Revue des questions scientifiques,* et nous en avons signalé les sérieuses qualités aux lecteurs de ce recueil. Il nous suffira aujourd'hui d'indiquer les améliorations et les additions introduites par l'auteur dans la nouvelle édition de son Cours d'Algèbre.

Elle contient de plus que la précédente, publiée en 1883, environ quatre-vingt-dix pages comprenant : 1° Cinq ou six leçons nouvelles sur des matières introduites récemment dans le programme d'admission à l'École polytechnique de Paris : Théorie des séries, théorie des infiniment petits, des intégrales définies et du développement des fonctions en séries; notions sur les différences et l'interpolation. 2° Des exercices divers. 3° L'énoncé des questions proposées à divers concours, en France, de 1885 à 1888 inclusivement (École Polytechnique, École Normale, Concours général, Agrégation des sciences mathématiques, École Centrale). Çà et là, M. de Longchamps a dû faire aussi quelques suppressions. Ainsi, par exemple, son livre ne contient plus la démonstration du théorème fondamental de l'Analyse algé-

brique, parce qu'elle n'est plus exigée à l'examen d'entrée à l'École polytechnique de Paris (1).

L'ordre général du *Cours d'Algèbre* est resté le même que dans la première édition, sauf que les Notes de l'Appendice, une exceptée, sont mises à leur place logique, au lieu d'être rejetées à la fin de l'ouvrage.

Leçons I et V. *Identités, division algébrique, racine carrée, racine $m^{ième}$.* Dans la première édition, le terme *identité* était défini comme il suit : " Lorsque deux expressions algébriques A, B, dépendant des lettres a, b, c,... prennent des valeurs égales, quelles que soient les valeurs attribuées à ces lettres,... A et B sont des expressions algébriques identiques. „ Implicitement, l'auteur admettait que deux polynômes ordonnés suivant les puissances décroissantes d'une même lettre x et identiques dans le sens indiqué plus haut, ont mêmes coefficients pour les mêmes puissances de x. Dans l'édition actuelle, il a, avec raison, pris un autre point de départ : " Deux polynômes sont identiques s'ils sont composés des mêmes termes „ , parce que cette définition permet une exposition plus simple de la théorie de la racine carrée et de l'extraction des racines. L'identité des deux définitions est d'ailleurs établie dans les Exercices qui suivent la leçon I et dans les *Exercices divers* de la fin du volume. Il n'est peut-être pas inutile d'observer que les démonstrations données ne s'appliquent *directement* qu'aux cas où les lettres désignent des quantités réelles. La théorie de la légitimité des calculs algébriques relatifs aux imaginaires suppose d'ailleurs démontrée l'identité des deux définitions des polynômes identiques.

II, III, IV. *Analyse combinatoire et binôme.*

VI-IX, XXVI et Note. *Déterminants, équations linéaires, formes quadratiques, théorème de Sylvester.* Signalons ici une forme nouvelle donnée à la démonstration du théorème relatif à la multiplication des déterminants, basée sur la décomposition du déterminant-produit. Si $D = (A\ B\ C \ldots P)$ est le produit des déterminants $d = (a\ b \ldots p)$, $\delta = (\alpha\ \beta \ldots \pi)$, on vérifie aisément par décomposition de D, que ce déterminant est égal à d multiplié par un facteur F, indépendant des éléments du déterminant $(a\ b\ c \ldots p)$, de sorte que $D = Fd$. Remplaçons tous les éléments de la diagonale du déterminant d par l'unité, tous les autres par zéro ; d deviendra égal à 1 et D à δ. On aura donc $\delta = F$ et, par suite, $D = \delta\, d$.

(1) Les principales de ces additions, avec d'autres se rapportant à la Géométrie infinitésimale, ont été publiées sous le titre : *Supplément au Cours de mathématiques spéciales.* Paris, Delagrave (173 pp. in-8°).

Nous regrettons que l'auteur ait conservé, pour les éléments des déterminants, la notation à deux indices *séparés*, l'un en bas, l'autre en haut; ce dernier peut facilement être confondu avec un exposant. La seconde propriété des mineurs devrait être énoncée explicitement, au lieu d'être donnée incidemment, au n° 99, p. 90. Dans la théorie des formes quadratiques, la notation $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n$, pour désigner $+1$ ou -1, nous semble inutile.

X. *Nombres incommensurables, calcul des radicaux.* XI. *Imaginaires.* XIV. *Transformation des expressions irrationnelles.* XV. *Inégalités.* XVI-XVII. *Fractions continues et analyse indéterminée.* Comme dans l'édition précédente. L'auteur n'a pas reproduit ici la théorie des équations et des trinômes du second degré, supprimée du programme de l'École polytechnique, comme étant sans doute trop élémentaire.

XII. *Les suites récurrentes.* Leçon partiellement nouvelle qui se rattache logiquement au calcul des différences (LEÇON XLIV). L'auteur expose la recherche de la valeur de la fonction u_n vérifiant une relation de la forme $u_n = a\,u_{n-1} + b\,u_{n-2}$, puis le principe fondamental de la sommation des suites. Dans la première édition, cette dernière question était traitée dans la première leçon consacrée aux identités, en même temps qu'une autre tout à fait connexe, la recherche des produits $P_1\,P_2\,P_3 \ldots P_n$, que nous ne retrouvons pas dans l'édition actuelle.

XIII. *Les séries.* C'est la première des leçons complètement nouvelles introduites dans la présente édition. Elle contient un exposé clair et rigoureux des principes fondamentaux relatifs à la convergence des séries. Nous félicitons l'auteur d'avoir admis, contrairement à l'usage, la division des séries en trois catégories: *séries convergentes, séries divergentes* et *séries indéterminées,* comme l'ont proposé Olivier et M. Catalan. La réunion des séries divergentes, comme

$$1 + 2 + 4 + 8 + \text{etc.},$$

et des séries indéterminées, comme

$$1 - 1 + 1 - 1 + 1 - \text{etc.},$$

en une seule classe, nous semble peu naturelle et de nature à induire en erreur les élèves aussi bien que les maîtres. M. de

Longchamps donne les caractères de convergence dépendant des expressions

$$\lim \frac{u_{n+1}}{u_n}, \quad \lim \sqrt[n]{u_n}, \quad \lim n u_n, \quad \lim n^p u_n, \qquad (1)$$

la règle de Raabe et celle de Gauss. De plus, il indique comment on peut aussi se passer de la dernière au moyen des caractères précédents. Il termine par les règles relatives aux séries à termes positifs et négatifs. Les Exercices contiennent d'autres règles et maints exemples intéressants, mais dans le texte même, ils manquent un peu.

Quand les deux premières limites (1) existent, on sait qu'elles sont égales. M. de Longchamps donne, de ce théorème, la jolie démonstration que voici: Si ces limites étaient inégales, on pourrait choisir une quantité x intermédiaire entre elles ; alors la série dont le terme général est $u_n x^n$ serait convergente d'après l'un de ces deux criteriums, divergente d'après l'autre, ce qui est absurde.

Observons, en passant, que les démonstrations des divers caractères de convergence indiqués plus haut s'appliquent même à des théorèmes plus généraux. Ainsi, lorsque le rapport $(u_{n+1} : u_n)$ n'a pas de limite, mais est toujours inférieur à une quantité fixe plus petite que l'unité, la série est convergente. La remarque attribuée à Riemann, au n° 172, est tout entière de Dirichlet ; Riemann l'a complétée en prouvant le théorème suivant : Dans une série à termes positifs et négatifs qui ne reste pas convergente quand on rend tous les termes positifs, on peut arranger les termes de manière qu'elle reste convergente et ait telle somme que l'on veut.

XVIII. *Fonctions continues.* XIX. *Étude du nombre* e. XX. *Logarithmes.* XXI. *Dérivées.* Il y a maintes améliorations de détails dans ces leçons qui nous semblent irréprochables au point de vue de la rigueur.

XXII. *Dérivées. Théorèmes généraux.* Ici, nous regrettons de n'être pas complètement d'accord avec l'auteur. La démonstration (d'Ossian Bonnet) du théorème de Rolle, que l'auteur emprunte au *Calcul différentiel* de Serret, est incomplète, telle qu'elle est présentée dans cet ouvrage. Elle devrait être précédée du lemme de Weierstrass : *Une fonction, continue dans un intervalle, y atteint ses valeurs limites,* lemme qui ne semble pas élémentaire. A notre avis, la démonstration du théorème de

Rolle, due à Cauchy, où l'on suppose continues à la fois la fonction considérée et sa première dérivée, est bien plus simple que celle d'Ossian Bonnet. La voici en substance : Si une fonction continue de a à b est nulle pour ces valeurs extrêmes, elle doit aller en croissant, puis en décroissant ou inversement, à moins qu'elle ne soit constamment nulle. Si elle est toujours nulle, il en est de même de la dérivée : si elle va en croissant, sa dérivée est positive ou nulle, si elle décroît, sa dérivée est négative ou nulle. La dérivée est donc nulle ou change de signe entre a et b. Si la dérivée est continue entre a et b, elle ne peut changer de signe sans s'annuler et le théorème est démontré.

La démonstration générale du théorème relatif aux fonctions composées repose aussi sur un postulat qui n'est pas énoncé explicitement, savoir que la dérivée de la fonction par rapport à u, est une fonction continue des deux variables u et v (première ligne de la page 315). Un postulat analogue est la base de la démonstration du théorème de l'interversion des dérivations, au n° 596. Observons d'ailleurs que l'on n'a nul besoin, dans les éléments, d'aucun des deux théorèmes dont nous critiquons ici la démonstration.

XXXIII. *La série de Taylor.* XXIV. *Variations des fonctions.* XXV. *Expressions indéterminées.* Il y aurait à signaler ici maintes modifications apportées au texte de l'édition précédente. Notons seulement l'introduction de la démonstration de Rouquet relative aux expressions indéterminées ($\infty : \infty$). Nous ne savons pas si les démonstrations des n°s 313, 315 relatives à la dérivation des fonctions algébriques implicites sont irréprochables.

XXVI-XL. Théorie des équations à peu près comme dans l'édition précédente, à part les deux changements suivants : 1° Le théorème fondamental est énoncé sans démonstration. 2° A la fin de la leçon XXVIII, l'auteur a introduit la démonstration de cet important principe que les racines d'une équation sont des fonctions continues des coefficients.

XLI. *Infiniment petits.* Cette leçon contient : 1° les premiers principes sur les infiniment petits comme dans Duhamel. 2° La notation différentielle. Il nous semble que les explications relatives à cette notation sont trop compliquées. Quand on écrit $dy = y'dx$, dx n'est pas une quantité variable indéfiniment décroissante ; c'est une quantité quelconque, fixe ou variable, croissante ou décroissante, réelle ou imaginaire, et dy, comme l'a dit Leibniz dans son premier article sur le calcul différentiel, est la quantité définie conventionnellement par cette relation

même. Quand on dit, comme on le fait souvent, que dy est la *partie principale* de l'accroissement de y, on doit immédiatement donner une autre définition pour le cas où la dérivée est nulle. D'ailleurs, en employant la vieille définition de Leibnitz pour dy, c'est-à-dire en regardant dx comme quelconque dans $dy = y'dx$, l'expression $\frac{dy}{dx}$ n'a qu'une seule signification; les formules les plus compliquées en différentielles, ont un sens clair, sans aucune ambiguïté; car au fond, elles ne contiennent jamais que des dérivées, par rapport à des variables nettement déterminées pourvu qu'on les indique par des indices. (Page 623, ligne 2, il faut lire : *est un infiniment petit* D'ORDRE SUPÉRIEUR à Δx et Δy.)

XLII. *Intégrales définies.* Leçon nouvelle comme la précédente. On y trouve un très bon exposé des principes du calcul intégral, avec des applications aux fonctions algébriques rationnelles.

XLIII. *Développement en série.* Séries binomiale, exponentielle, logarithmique; séries donnant sin x, cos x, arctang x, toutes obtenues par le théorème de Maclaurin; de plus, la dernière, au moyen du calcul intégral.

XLIV. *Différences et interpolation.* On trouve, dans cette leçon, les formules qui lient les différences d'une fonction à ses valeurs successives et, inversement, la formule d'interpolation de Lagrange et celle de Newton, *mais dans un cas particulier seulement.* Il n'est pas exact, en effet, de dire comme le fait ici l'auteur après beaucoup d'autres, que Newton n'a résolu le problème de l'interpolation que dans le cas où les valeurs de la variable indépendante sont équidifférentes. Dans les *Principes,* il a donné la formule générale aussi bien que la formule particulière, et cette formule générale de Newton est d'un usage beaucoup plus facile que celle de Lagrange.

L'ouvrage se termine par des questions de concours et par cinquante-deux pages d'*Exercices divers* (avec solution développée ou esquissée), parmi lesquels il y en a un grand nombre contenant des propriétés importantes des séries et des factorielles, de sorte que ces Exercices forment un vrai complément du texte même des Leçons.

La nouvelle édition du livre de M. de Longchamps, plus encore que la première, constitue un très bon cours d'Algèbre et d'analyse infinitésimale élémentaire. Un grand nombre de questions importantes y sont traitées avec plus de soin que dans les anciens manuels d'Algèbre les plus estimés; ce *Cours* a d'ailleurs, comme nous le disions en 1884, une forme moderne qui

le signale spécialement à l'attention des professeurs de mathématiques supérieures des lycées de France et des collèges et athénées belges. Les nombreux exercices bien choisis, souvent très difficiles, qui accompagnent chaque chapitre, et ceux qui sont réunis à la fin du volume forment à eux seuls un recueil de cent quarante pages en petit texte, qui double la valeur du livre et qui suffirait pour en assurer le succès.

P. M.

VI

Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines : 42 planches in-folio, avec 72 pages de texte explicatif français, allemand et anglais. — Mulhouse, 1889.

L'Association pour prévenir les accidents de fabriques fondée en 1867 sous les auspices de la Société industrielle de Mulhouse (Alsace) avec la devise : " Le fabricant doit autre chose à ses ouvriers que le salaire ", vient de publier, à l'occasion de l'Exposition d'hygiène et de sauvetage de Berlin et de l'Exposition universelle de Paris, un superbe travail résumant tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour, en matière de prévention d'accidents, dans les industries auxquelles, en raison de son origine, elle devait plus particulièrement son attention.

Depuis assez longtemps déjà les gouvernements, les associations d'industriels et les hygiénistes se préoccupent de la protection des ouvriers contre les accidents.

Dans la plupart des pays il existe des lois ou des règlements sur la matière.

En Belgique, une circulaire ministérielle du 5 mars 1851 a formulé comme suit les dispositions à insérer dans les actes d'autorisation pour l'établissement d'ateliers industriels où l'on fait usage d'appareils mécaniques :

" 1° Il devra être laissé dans ces ateliers des couloirs ou passages assez larges pour que les ouvriers puissent circuler sans s'exposer au danger d'être accrochés et blessés par les machines en mouvement ;

" 2° Le *déclinchage* à la main sera interdit ; toute transmission de courroie d'une poulie sur l'autre ne pourra s'opérer qu'au moyen d'un levier ;

„ 3° On devra disposer les arbres en fer, les courroies, les engrenages et toutes pièces munies d'une force mouvante susceptible de saisir et d'attirer les vêtements des travailleurs, de manière à rendre impossible le contact fortuit avec ces engins;

„ 4° Les engrenages, roues, poulies, volants, etc., qui se trouvent sur le passage ou à la portée des ouvriers, devront être couverts et entourés d'une enveloppe protectrice;

„ 5° Le nettoyage des machines en place ne pourra s'opérer que pendant les heures d'interruption du travail. „

La loi française du 19 mai 1874, sur le travail des enfants et des filles mineures employées dans l'industrie, porte que :

" Dans les usines à moteurs mécaniques, les roues, les courroies, les engrenages ou tout autre appareil, dans le cas où il aura été constaté qu'ils présentent une cause de danger, seront séparés des ouvriers de telle manière que l'approche n'en soit possible que pour les besoins du service;

„ Les puits, trappes et ouvertures de descente doivent être clôturés. „ (Art. 14.)

D'après le règlement d'administration publique du 2 mars 1877 relatif à l'article 12 de la loi susmentionnée, il est interdit d'employer les enfants au-dessous de 16 ans au graissage, au nettoyage, à la visite ou à la réparation de machines ou mécanismes en marche; il est également défendu de les employer dans les ateliers qui mettent en jeu des machines dont les parties dangereuses et pièces saillantes ou mobiles ne sont pas couvertes de couvre-engrenages, ou garde-mains ou autres organes protecteurs.

La loi anglaise de 1878 relative aux ateliers et fabriques (The factory and workshop Act) contient aussi des dispositions ayant pour but d'assurer la sécurité des ateliers.

Plusieurs ouvrages d'hygiène industrielle, et notamment celui de Poincaré, traitent de cette question.

Enfin, il y a quelques années, l'Association des industriels de France pour préserver les ouvriers contre les accidents du travail a publié des instructions pratiques au sujet des transmissions et courroies, ainsi qu'au sujet des meules.

Dans le travail de l'Association de Mulhouse sont retracées, d'une manière précise et détaillée, les règles déjà formulées précédemment par les autorités administratives et scientifiques; on y trouve, en outre, l'indication d'un grand nombre de mesures

de précaution nouvelles, mais dont l'utilité et l'efficacité ont toutefois été parfaitement reconnues.

L'ouvrage est divisé en six chapitres, qui ont trait respectivement aux moteurs, aux transmissions, aux monte-charges, aux machines à travailler le bois, à l'industrie textile et aux dispositions diverses (appareils de levage, ateliers de construction, fabrication du papier, etc.). La généralité des industriels y puiseront donc de précieux renseignements.

J.-B. André.

VII

L'Égypte au temps des Pharaons, par Victor Loret. — Paris, J.-B. Baillière, 1889. In-12, 316 pp.

Ce petit volume, qui fait partie de la *Bibliothèque scientifique contemporaine,* donne une idée fort exacte de la vie, de la science et de l'art chez les anciens Égyptiens. Dix-huit photogravures, pour la plupart inédites, fournissent au texte une illustration remarquable par leur exécution artistique. Divisé en six chapitres, l'ouvrage traite de la condition du Pharaon égyptien, de la faune et de la flore du Nil, de la musique et de la danse, des toilettes et des parfums, de la médecine et de la sorcellerie, et enfin de la tombe.

Le Pharaon égyptien est à la fois le général en chef, le pontife suprême et l'exécuteur du pouvoir civil. Bien plus, son peuple le considère comme un dieu. C'est assez dire qu'en Égypte l'histoire officielle diffère de tous points de la réalité des faits. M. Loret nous fait toucher du doigt cette différence en comparant la vie vécue d'Aménophis III, vie simple et banale, avec les exagérations des peintures murales de Louqsor.

Quatre sources d'informations permettent de reconstituer la faune et la flore de l'Égypte au temps des Pharaons : les spécimens conservés dans les hypogées, les représentations des bas-reliefs, les témoignages des écrivains classiques et les textes hiéroglyphiques. Dans les nécropoles, on rencontre des momies d'animaux : loups, crocodiles, bœufs, moutons, chats, vautours, ibis. A côté des défunts, on place des fruits, des légumes ; leur cercueil est orné de fleurs fraîches, leur poitrine de guirlandes, leurs mains tiennent des bouquets. Pour la flore surtout, les

hypogées sont une mine féconde; les animaux s'étudient mieux sur les bas-reliefs dans les scènes de chasse, les descriptions de la vie champêtre ou familiale. Ces illustrations rendent scrupuleusement l'allure, les mouvements, la coloration des animaux. Tous ces renseignements sont complétés par Hérodote, Strabon, Diodore, Aristote, Élien, Dioscoride, et MM. Kunth, Schweinfurth, Chabas et Loret ont publié des études d'ensemble ou de détail sur les animaux et les plantes connus des anciens Égyptiens.

Pour résumer brièvement les résultats de ces travaux, que M. Loret analyse d'une manière complète, énumérons les animaux et les plantes dont ils révèlent l'existence en Égypte : le crocodile, l'hippopotame, le lion, la panthère, l'hyène, le loup, le chacal, l'éléphant, l'ours blanc de Syrie, le sanglier, le hérisson, le lièvre, le renard, l'ichneumon, l'autruche et différentes espèces de cervidés. Voilà pour les animaux sauvages. Les animaux domestiques sont le taureau, le bélier, le bouc, l'âne, le cheval et le porc qui apparaissent tardivement à la XVIIIe dynastie. Dans la basse-cour, on voit les oies, les canards, les pigeons, les pélicans, les cygnes, les grues; la poule est absente. Dans les maisons apparaissent le chien, le chat, le singe, cynocéphale ou cercopithèque. Il y aurait encore une longue liste à transcrire des animaux qui n'étaient ni chassés, ni domestiqués ; mais cette énumération nous entraînerait trop loin ; passons aux plantes.

Le papyrus et le lotus sont les végétaux caractéristiques de l'Égypte. M. Loret décrit longuement leurs usages et leurs différentes variétés. L'arboriculture paraît avoir été négligée : on cite pourtant le sycomore, le saule, le tamaris, plusieurs espèces d'acacias et de palmiers, la vigne, le figuier, l'olivier, le caroubier. Parmi les céréales, signalons le froment, l'orge, l'épeautre.

Sur la musique et la danse des Égyptiens, les écrivains de l'antiquité n'avaient fourni que des légendes, mais les données de l'égyptologie y ont substitué des faits certains et précis. Comme instruments à vent, les Égyptiens possédaient la trompette, le cornet et différentes espèces de flûtes. La trompette était courte, très aiguë de son. Les instruments à corde étaient la harpe, le trigone, la lyre et la guitare; le trigone, ou *kinnor* des Hébreux, et la lyre furent importés d'Asie. Parmi les instruments de percussion, citons la cymbale, le tambour, le *tabl*, sorte de tambour de terre cuite en forme d'entonnoir, le sistre et le crotale. M. Loret termine son aperçu sur la musique égyptienne par un examen critique des théories de notre compatriote M. Fétis. Le musicologue belge avait pensé que les Égyptiens possédaient une

notation musicale, et il avait même dressé la liste des signes égyptiens. Dans ce tableau, M. Loret a vainement cherché un seul caractère qui eût l'apparence égyptienne. M. Fétis est aussi convaincu que les Égyptiens avaient un système tonique bien déterminé, et il publie la série des gammes en usage dans l'ancienne Égypte. C'est d'après la flûte égyptienne que M. Fétis reconstitue ces tonalités. Mais M. Loret, qui a joué de trente flûtes égyptiennes, arrive à cette conclusion, que le flûtiste de l'antique Égypte se confectionnait une flûte tant bien que mal, en y perçant au petit bonheur les notes d'un air quelconque.

Dans le chapitre *Toilettes et parfums,* M. Loret nous parle d'abord des tissus égyptiens; deux textiles, le lin et le coton, les fournissent; mais il y avait aussi des étoffes de laine. Les métiers, très primitifs, avaient pourtant une finesse telle que l'industrie moderne se reconnaît impuissante à reproduire certains tissus trouvés sur des momies. Les étoffes sont souvent teintes au moyen du carthame et de l'indigo. Très simple à l'origine, le costume égyptien se complique à mesure que l'Empire se développe : riches étoffes, bijoux précieux, coiffures compliquées, diadèmes brillants, brodequins. Mais c'est le corps lui-même qui devient l'objet de soins multiples; les Égyptiennes étaient très avancées dans l'artifice de plaire. Deux poudres pour les yeux, le *henné* pour teindre les cheveux, la poudre de carthame pour roser le corps, la poudre d'or pour les dents et les ongles, et puis toute une série de parfums. M. Loret donne une recette pour la composition du *kyphi.*

La médecine et la sorcellerie, dans l'ancienne Égypte c'était tout un, ont été de tout temps et jusqu'en 1427, s'il faut en croire le *Journal d'un bourgeois de Paris,* des pratiques chères aux fils de Misraïm. On a, de l'époque de Ramsès, un traité de médecine complet, de plus de cent pages in-folio. Les médecins étaient fort nombreux, car Hérodote nous apprend que le système des spécialistes y était très en vigueur. Il est curieux de relever, d'après les textes hiéroglyphiques, les maladies qui affligeaient surtout l'ancienne Égypte : les maux de ventre viennent en premier lieu, les rétentions d'urine et les échauffements; puis les vers intestinaux, les maladies de la tête, des oreilles, des dents, et enfin les ophtalmies, si fréquentes encore de nos jours sur les bords du Nil. Quant aux remèdes, il y a les inhalations et les fumigations, les pilules et les pastilles, les tisanes, des purgatifs. La plupart des remèdes sont végétaux, et la pharmacie égyptienne emploie au delà de cinq cents plantes.

Le médecin ne traite pas seulement les affections morbides, il est le destructeur des rats, des puces, des charançons, des serpents, et l'aide obligé de la toilette féminine. Mais il est surtout incantateur, magicien, devin, interprète des oracles.

Nous passons rapidement sur le dernier chapitre du livre de M. Loret, consacré à la tombe de l'Égyptien ; ce sujet étant plus généralement connu. Le côté inédit de ses recherches consiste dans la description des tableaux que l'on faisait graver sur les tombes afin de distraire le mort pendant ses longs loisirs.

En terminant ce compte rendu d'un livre intéressant, il nous faut regretter que M. Loret ait cru devoir donner une vaine satisfaction aux préjugés antireligieux des lecteurs habituels de la *Bibliothèque scientifique contemporaine.* Nous nous demandons ce que son livre a pu gagner à une insinuation sceptique sur les vertus de l'eau de Lourdes (p. 215), sur l'authenticité des récits bibliques (p. 254), et à ce rapprochement aussi irrespectueux que peu justifié entre les savants des Pharaons et Moïse et Aaron, luttant de *science magique* (p. 252).

H. N.

VIII

Évolution et transformisme. Des origines de l'état sauvage. Étude d'anthropologie, par le Dr P. Jousset. Ouvrage précédé d'une lettre du R. P. Monsabré. — Paris, J.-B. Baillière. 1889. In-12°, pp. XII-234.

M. le Dr P. Jousset, bien connu par ses travaux de clinique médicale à l'hôpital Saint-Jacques à Paris, a voulu donner son opinion sur cette question toujours si agitée du transformisme et sur sa valeur scientifique. Dans la lettre adressée à l'auteur, le R. P. Monsabré caractérise parfaitement le but de son ouvrage et la manière dont il l'a atteint : “ Vos démonstrations sont rapides et pleines de sens.... Vous auriez sans doute donné plus d'ampleur à ces démonstrations, si vous eussiez voulu faire un grand ouvrage de science ; mais vous avez borné votre ambition à un petit volume qu'on peut lire facilement et rapidement, et dont les conclusions suffisent amplement pour convaincre les lecteurs de bonne foi de leur noble et divine origine. „

L'ouvrage du Dr Jousset se divise en cinq parties : exposé du système de Darwin ; nécessité du Créateur, et immutabilité des

espèces; réfutation du darwinisme; différences radicales qui séparent l'homme du singe anthropomorphe ; le sauvage est un civilisé dégénéré.

Nous ne dirons rien de la première partie, fort courte d'ailleurs. Voici comment procède la seconde. L'auteur montre d'abord que, puisque la génération spontanée est inadmissible, il faut admettre un acte créateur pour expliquer l'existence du premier être organisé. Bien plus, cet être a été créé dans son espèce, car tous les faits démontrent que si l'homme peut former une classe d'êtres nouveaux, il y a une loi inviolable pour lui, celle de l'immutabilité de l'espèce. A cette doctrine, les darwinistes opposent quatre séries d'arguments, tirés de la paléontologie, de l'embryologie, de la morphologie et de la persistance des organes rudimentaires. Mais il résulte des faits paléontologiques que les êtres organisés se succèdent dans un ordre à peu près hiérarchique. Ces faits ne rendent pas plus compte de la disparition des espèces perdues que de l'apparition des espèces nouvelles. Il y a une loi d'harmonie dans la création qui fait que des organismes ont disparu quand ils ont cessé d'être appropriés à l'état du sol et aux conditions météorologiques. Même conclusion pour l'embryogénie. Sans doute, tous les êtres vivants sont soumis à des lois de développement identiques : tous partent de la cellule embryonnaire, mais celle-ci est d'une nature absolument différente qui s'accuse à mesure de son développement ; chaque cellule embryonnaire se développe suivant son espèce. La morphologie ou plutôt l'homologie des organes dans les différentes espèces d'une même classe prouve, non pas l'évolution, mais une série harmonique existant chez tous les êtres organisés, en vertu de laquelle des organes destinés aux mêmes usages ont une disposition et des mécanismes identiques. Et les organes rudimentaires? Sont-ils, comme le veut Darwin, la signature de l'ancêtre commun dans toutes les espèces qui dérivent de lui? Rien ne le prouve. M. Jousset nous montre, par exemple, que si le canard spatule a des fanons comme la baleine, c'est que ces organes sont appropriés à la fonction qu'ils ont à remplir, et non à cause d'une parenté quelconque entre le canard et la baleine. Observons cependant que M. Jousset a passé un peu rapidement sur cette objection : il y a d'autres organes rudimentaires qui s'expliquent moins aisément.

La troisième partie du livre de M. Jousset s'occupe de la réfutation directe des principes du darwinisme, à savoir la sélection naturelle et la lutte pour l'existence. De grandes et jusqu'ici

insolubles objections s'opposent à ces principes. La sélection naturelle rend-elle compte de la persistance des être inférieurs? Explique-t-elle l'existence des neutres chez les abeilles et les fourmis, des poissons électriques et des poissons phosphorescents? Comment la maintenir en face des instincts chez l'abeille et la fourmi, en présence du manque de formes de transition? Enfin, la sélection ne propage pas toujours des variétés utiles à l'espèce.

Dans la quatrième partie, l'auteur s'occupe des différences si tranchées entre l'homme et le singe : différences anatomiques et physiologiques, différences intellectuelles. Il insiste surtout sur la faculté du langage, phénomène radicalement nouveau qui, par la puissance d'abstraction qu'il suppose, sépare absolument l'espèce humaine des autres mammifères. M. de Quatrefages a donc trop accordé et versé dans une fâcheuse erreur en soutenant que la parole humaine n'est que le langage des animaux perfectionné.

La doctrine de l'évolution suppose que l'homme est parti de l'état sauvage pour arriver à l'état civilisé. M. le Dr Jousset insiste longuement sur la réfutation de cette idée, pour démontrer que le sauvage est un civilisé dégénéré. Voici toute la marche de sa démonstration: Tous les peuples sauvages sont venus d'un centre de civilisation, et un peuple à l'état sauvage est incapable de se civiliser par ses propres forces. Il en résulte que les sauvages ont oublié leur civilisation primitive, et que l'homme à l'origine n'a pu être sauvage, puisque dans cette hypothèse il ne serait pas parvenu à se civiliser.

Pour prouver que tous les peuples sauvages furent, du moins dans leurs premiers ancêtres, civilisés jadis, M. Jousset établit, contre les polygénistes, qu'il y eut un centre unique de création, et un centre de civilisation correspondant au centre de création, qui tous deux eurent leur siège en Asie. Le développement de cette thèse est tout entier emprunté aux ouvrages de M. de Quatrefages. Après cela, l'auteur applique sa théorie tant aux races quaternaires qu'aux sauvages contemporains. L'homme quaternaire n'était point autochtone, il venait d'un centre de création et de civilisation, il a été civilisé ou absorbé par des émigrations successives venues d'Asie. Nous devons ici relever une petite lacune dans l'exposé de M. Jousset. Il prouve fort bien, contre M. de Mortillet, que de l'absence d'apophyses géni dans la mâchoire de la Naulette, on n'a pas le droit de conclure que l'homme de Canstadt était privé de la parole. M. Jousset semble ignorer que des études récentes ont fait constater sur la mâchoire

de la Naulette l'apophyse géni qui avait échappé aux premières investigations.

Ce que l'auteur a établi pour les races quaternaires, il le démontre aussi pour le sauvage actuel, et il prend comme exemples les Polynésiens, les Australiens et les Fuégiens. Mais comment l'homme civilisé tombe-t-il dans l'état sauvage? D'abord certaines races y sont plus prédisposées que d'autres; ensuite l'éloignement prolongé des milieux de civilisation et les difficultés de la vie matérielle favorisent cette déchéance. Déchéance intellectuelle et morale surtout, mais aussi déchéance physique, la dégradation de l'âme réagissant sur le corps. Ainsi la force musculaire diminue ; la disproportion de la face et du crâne, la dolichocéphalie occipito-pariétale exagérée et le prognathisme, qui lui est toujours lié, sont des difformités dues à l'absence de culture intellectuelle pendant l'enfance.

J. G.

IX

La Création et l'œuvre des six jours. Études scientifiques et apologétiques, par J. J. D. Swolfs, chanoine honoraire de la métropole et professeur au petit-séminaire de Malines, membre de la Société scientifique de Bruxelles; 4e édition entièrement revue et augmentée. — Bruxelles, Société belge de librairie; Paris, Gauthier-Villars. In-8o, 320 pp., 1889.

La *Revue* a rendu compte de la troisième édition de cet excellent ouvrage (1), qui a paru en 1885. Après quatre ans, l'auteur a dû, pour satisfaire aux exigences du public, donner une nouvelle édition : preuve évidente que son travail a été justement apprécié. M. le chanoine Swolfs, du reste, avait bien mérité ce succès par le soin minutieux avec lequel il s'est efforcé de maintenir sa publication à la hauteur des plus récents progrès de l'exégèse et de la science.

Le principal attrait de la nouvelle édition consiste dans l'addition de 51 gravures qui viennent illustrer le texte. C'est une heureuse innovation. On a ainsi dans un même volume toutes les données exégétiques et scientifiques qui peuvent contribuer à la solution du problème cosmogonique posé par la première page

(1) T. XVII, p. 566.

de Moïse. En général, l'exécution de ces gravures est satisfaisante, sauf pourtant le Paysage de l'époque houillère, qui sert de frontispice, et l'Iguanodon du Musée de Bruxelles. Il y a là matière à amélioration pour une prochaine édition.

Le texte a subi peu de modification. Aussi bien, nous ne voyons pas que des découvertes récentes soient venues, en ces dernières années, bouleverser l'exégèse mosaïque. Toutefois, M. Swolfs a noté soigneusement les observations de détail qui apportaient quelque confirmation à ses théories. Il a notamment insisté sur les travaux de M. Faye relatifs à l'origine du monde. M. Swolfs, qui a grand souci de citer tous les articles qui se rapportent à son sujet, nous pardonnera de lui signaler dans la note de la page 89 une petite omission. Sur le satellite de Vénus, il conviendrait de renvoyer aux beaux articles du R. P. Thirion dans la *Revue* d'octobre 1884, pp. 623 et suiv., et de janvier 1885, pp. 44 et suiv. Il y aurait lieu aussi de corriger quelques légères fautes d'impression qui ont persisté : Ormudz pour Ormuzd (pp. 55 et suiv.), Agazziz pour Agassiz (p. 29), Roderhurg pour Roderburg (p. 72). Le savant auteur nous pardonnera ces minuties qui partent du désir sincère de voir son livre absolument irréprochable.

Comme en 1885, l'analyse du livre de M. Swolfs nous fournit l'occasion de parler de la nature des six jours mosaïques. L'opinion de M. de Frankenthal, que nous signalions alors, est restée assez longtemps inaperçue. Depuis lors, elle a été reprise par M. De Gryse, professeur au séminaire de Bruges, et combattue assez vivement par M. Van de Putte, professeur au même séminaire, par le R. P. Corluy et par M. Bourdais (1). Ce n'est pas le lieu d'entrer dans ce débat : il nous suffit d'avoir indiqué ces travaux à ceux de nos lecteurs assez nombreux que ces questions intéressent.

T. G.

X

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'an 1889. — Un vol. in-18 de 555 pp. — Paris, Gauthier-Villars.

L'époque très tardive (fin août) où nous est parvenu l'Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour 1889 ne nous a pas permis de nous étendre longuement sur les matières qui y sont traitées.

(1) *La Science catholique*, nos d'avril, de juillet et d'août 1889.

Au surplus, peu de modifications ont été apportées à la marche générale du recueil. Mentionnons, en passant, la persistance des auteurs de l'Introduction à attribuer au Préfet de la Seine la qualification inexacte et d'ailleurs illégale de " Maire de Paris " ; on pressent par quel motif : l'Observatoire de Montsouris étant devenu établissement municipal, il faut bien flatter un peu la monomanie de ceux du vote desquels on dépend. — Nous signalerons avec plus de satisfaction quelques modifications heureuses, notamment l'addition d'un tableau de la tension de la vapeur d'eau, de — 30° à + 60°, et le simple résumé, par quelques tableaux numériques, des instructions nécessaires aux agents des stations météorologiques du Conseil municipal de Paris. Développées assez au long dans l'Annuaire de 1888 (1), elles ne demandaient pas à être intégralement reproduites dans le suivant.

La très majeure partie (480 pp.) du volume est occupée par trois importants mémoires faisant suite à ceux qui, sous des titres semblables ou analogues, figuraient dans l'Annuaire de 1888. Le premier est le compte rendu, par M. Léon Descroix, chef du service physique et météorologique, des *Observations météorologiques anciennes et récentes, faites à Paris.* — Le second, qui a pour auteur M. Albert Lévy, chef du service chimique, est intitulé : *Analyse chimique de l'air et des eaux.* — Enfin le dernier n'est autre que le ONZIÈME MÉMOIRE *Sur les poussières organisées de l'air et des eaux,* par le Dr Miquel, chef du service micrographique.

Les conclusions du premier de ces trois mémoires se résument, en ce qui concerne du moins les observations récentes, en ceci, que l'année 1888 a éprouvé une température relativement basse et subi une atmosphère orageuse, et que si la quantité des eaux pluviales n'a pas été excessive, les pluies ont réparti leurs chutes en un nombre d'heures plus considérable que la moyenne. Cependant, et malgré un mois de juillet exceptionnellement pluvieux et froid, les craintes, au point de vue des récoltes, n'ont éte qu'en partie justifiées, et l'état sanitaire a été satisfaisant.

La marche suivie par M. Albert Lévy pour son analyse chimique des eaux et de l'air est identique à celle de l'année précédente, à ce point que la table de 1889 pourrait presque servir

(1) Sous cette rubrique : *Description sommaire des instruments météorologiques. Instructions et conférences pour les observateurs du Conseil municipal.* — M. Léon Descroix, chef de service.

pour le mémoire de 1888. Nous pouvons donc renvoyer notre lecteur à ce que nous avons dit ici, il y a un an, tome XXIV de la *Revue,* pp. 604 et 605.

Le Onzième mémoire de M. le Dr Miquel diffère sensiblement et par de bonnes innovations de celui qui le précède. Trop borné par l'espace et par le temps pour pouvoir donner une analyse même sommaire de cet important travail, indiquons au moins les sujets qui y sont traités. — *L'analyse microscopique de l'air* a reçu un nouveau perfectionnement au moyen des *filtres solubles.* Ses *Résultats statistiques* sont consignés dans une série de tableaux numériques suivis d'un tableau graphique qui établit la relation entre le nombre des bactéries et la marche des maladies épidémiques. Cette partie du mémoire est ici moins développée qu'elle l'était dans le dixième, vu l'inutilité de se livrer à des redites. Pour le même motif, on a, passant à l'*Analyse micrographique des eaux,* supprimé des " Considérations générales, „ ainsi qu'une série de vingt-cinq expériences anciennes qu'on sera toujours à même de retrouver dans l'Annuaire 1888, et abrégé même les paragraphes relatifs au *Prélèvement* des échantillons d'eaux des diverses provenances et aux *Résultats statistiques* obtenus, afin de laisser place à deux articles spéciaux : l'un a pour objet l'exposé des recherches faites par le savant micrographe sur la *Fermentation de l'urée,* autrement dit sur la transformation de cette substance en carbonate d'ammoniaque par l'action des microphytes, recherches dont on n'avait pas, depuis 1880, entretenu les lecteurs de l'Annuaire ; l'autre est affecté à la description d'un nouveau thermo-régulateur fondé sur la dilatation des métaux, et d'une étuve pour les cultures bactériennes.

J. d'Estienne.

XI

Dictionnaire apologétique de la foi catholique, *contenant les preuves principales de la vérité de la religion et les réponses aux objections tirées des sciences humaines,* par J.-B. Jaugey, prêtre, docteur en théologie, avec la collaboration d'un grand nombre de savants catholiques. — Un vol. gr. in-8° jésus, xii pp. — 3406 col. (1715 pp.). — Août 1889. — Paris et Lyon, Delhomme et Briguet.

Plus que jamais, de nos jours les sciences humaines ont des points de contact ou de rencontre avec les objets de la foi ; plus

que jamais l'incrédulité et le rationalisme cherchent, dans ces sciences, des armes pour combattre nos plus saintes croyances, des engins pour renverser, s'il était possible, l'édifice inébranlable de la révélation. Plus que jamais, par conséquent, l'Apologétique doit approfondir ces sciences, pour pouvoir renvoyer à l'ennemi ses projectiles et le vaincre par ses propres armes. Certes, les apologistes contemporains l'ont compris ; et l'on ne compte plus les auteurs qui, soit par des ouvrages spéciaux, soit par des articles de journaux et de revues, sont entrés en lice pour combattre le bon combat contre l'erreur sur le terrain de la science (1).

Mais ces ouvrages, ces articles, disséminés un peu partout, ne sont pas toujours faciles à consulter. En possédât-on la liste générale et complète, la dépense de temps nécessaire pour s'en procurer la possession momentanée afin d'y faire une recherche, de se renseigner sur un doute ou sur un point obscur, serait telle que, le plus souvent, on y renoncerait. Réunir en un dictionnaire et par ordre alphabétique toutes les questions de cette nature, traitées de manière à fournir pleine lumière aux chercheurs sincères et de bonne foi, comme à tout chrétien pouvant être appelé à soutenir la cause de la vérité par la parole ou par la plume ; — telle est l'œuvre que M. l'abbé Jaugey, docteur en théologie, a su mener à bonne fin.

On comprend aisément, toutefois, qu'une œuvre aussi considérable n'ait pu incomber à un seul auteur. Si vaste que soit l'érudition d'un homme, elle ne peut être encyclopédique et embrasser avec une égale compétence toutes les branches du savoir humain. Or il n'est qu'un bien petit nombre de celles-ci qui ne touchent point par quelque côté, au moins indirectement, aux questions intéressantes pour la foi, et ne rentrent par conséquent dans le cadre d'un dictionnaire d'apologétique vraiment complet. M. l'abbé Jaugey s'est donc adjoint de nombreux collaborateurs, parmi lesquels, soit dit en passant, la Belgique, pays de travailleurs et de culture intellectuelle s'il en fut, a fourni un contingent important. Il s'est réservé le plan d'ensemble et l'ordonnance de l'ouvrage et, quant au détail, le développement de quelques-unes des questions de droit canonique, d'histoire

(1) Il faut entendre, ici, le mot " science „ dans son sens le plus général, lequel comprend aussi bien les sciences philosophiques, historiques, morales, etc.,que les *sciences* proprement dites dans l'acception plus restreinte qui prévaut aujourd'hui. C'est naturellement à ce dernier point de vue que nous examinerons surtout le *Dictionnaire apologétique*.

ecclésiastique, de théologie morale et autres, dans lesquelles il se reconnaissait plus particulièrement compétent.

Le R. P. Corluy, de Louvain, s'est chargé de réfuter les objections du rationalisme contre l'Écriture sainte et particulièrement contre le Nouveau Testament, tandis que M. l'abbé Duplessy, élève du savant abbé Vigouroux et travaillant sous sa direction, s'est occupé plus spécialement des difficultés soulevées contre l'Ancien Testament. A ce propos, disons que si M. l'abbé Vigouroux, l'éminent sulpicien, ne figure point parmi les signataires des innombrables articles dont se compose le *Dictionnaire apologétique*, il peut à bon droit être compté néanmoins parmi ses auteurs, tant sa haute autorité y est souvent invoquée et ses nombreux ouvrages fréquemment cités.

Le R. P. Corluy s'est encore occupé des *Prophéties*, sujet abordé également par Mgr Lamy, de l'université de Louvain, le R. P. Knabenbauer, S. J., et M. l'abbé Philippe, professeur au séminaire de Langres ; et des questions relatives au Miracle, de concert avec MM. les abbés Forget, de l'université de Louvain, et Vacant, professeur au grand-séminaire de Nancy.

Les questions de philologie, de linguistique, et particulièrement l'histoire des religions ont été supérieurement traitées, avec sa haute compétence en pareille matière, par Mgr de Harlez.

M. l'abbé Vacant, déjà cité, le R. P. Coconnier, dominicain, de l'université catholique de Toulouse, Mgr Bourquard, autrefois professeur de philosophie dans l'université de l'État, ont étudié toutes les questions se rattachant à la théodicée, à la psychologie, à la morale, avec des développements tels que la plupart de leurs articles constituent de véritables traités. Celles qui tiennent plus spécialement à la théologie ont incombé à MM. le chanoine Didiot, de l'université catholique de Lille, l'abbé Perriot, supérieur du séminaire de Langres, Dupont et Cambier, de l'université de Louvain, et au R. P. Lahousse.

M. l'abbé Guilleux, de l'Oratoire de Rennes, MM. Paul Allard, Robiou, correspondant de l'Institut, Waffelaert, professeur au séminaire de Bruges, Leclerc, docteur de l'université de Louvain, le R. P. Brucker, S. J., et plusieurs autres encore, ont traité les questions d'histoire, de chronologie, d'archéologie, d'hagiographie et celles qui se rapportent à la discipline ecclésiastique.

Il est deux noms, toutefois, qui ne se rencontrent point sur la liste des auteurs, et que, à des titres divers, on eût aimé à y trouver. M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet, professeur d'apologétique à l'École supérieure de théologie de l'université catho-

lique de Toulouse, eût traité avec grande compétence bien des questions scientifiques au point de vue de l'apologie (1).

Le R. P. Fontaine, S. J., du Mans, bien connu comme apologiste dans une direction différente, n'eût pas moins brillé dans les questions de philosophie, d'économie sociale et d'apologétique elle-même (2).

Enfin, l'un des plus sympathiques mais trop rares collaborateurs de la *Revue des questions scientifiques,* M. l'abbé Hamard, occupe une grande place dans le *Dictionnaire.* Il y a écrit de nombreux articles que l'on peut considérer comme des traités spéciaux sur tous les points où la foi est ou peut être intéressée dans les innombrables questions soulevées par la cosmogonie, la géologie, la paléontologie, la zoologie, l'archéologie préhistorique, la philosophie naturelle. Tous ces sujets tiennent une trop grande place aujourd'hui dans les polémiques et les controverses avec le rationalisme et l'incrédulité, pour n'avoir pas occupé une place correspondante dans le *Dictionnaire.*

On se fera une idée de leur importance en remarquant que, dans la seule lettre A, aux mots suivants : Age *de l'humanité,* Américains *(Origine des),* Animalité (3), Anthropologie, Anthropopithèque, Antipodes, Antiquité *de l'homme,* Atlantide, qui représentent les titres des articles de M. l'abbé Hamard, le nombre des colonnes employées n'est pas inférieur à 75. Or la quantité de texte contenue dans une colonne équivaut à une page et un sixième du grand texte de la présente *Revue.* Par conséquent ces 75 colonnes correspondraient à 87 ou 88 pages d'un in-8° ordinaire.

A la même lettre A, on trouve deux importants articles du R. P. Coconnier sur l'Ame humaine, *son existence, sa nature, ses facultés,* etc., ne contenant pas moins de 34 colonnes, et un autre,

(1) Cf. son *Apologie scientifique de la foi* (Paris, Palmé, 1885), ouvrage aujourd'hui épuisé, mais dont une édition nouvelle est impatiemment attendue.

(2) Cf. *La Chaire et l'Apologétique au XIXe siècle, études critiques et portraits contemporains,* par le R. P. Fontaine, S. J. — Paris, Letouzey et Ané, 1887.

(3) Signalons ici une petite erreur de mise en place ; le mot Animalité, en tête de l'article dont il est le titre, vient après les mots Anthropologie et Anthropopithèque, tandis que, d'après l'ordre alphabétique, il devait trouver place entre Américains *(Origine des)* et Anthropologie. — Cette interversion et d'autres analogues, s'il s'en rencontre, n'ont pas grand inconvénient, grâce à une excellente *Table analytique des matières* placée à la fin du volume dont il sera parlé plus loin.

de 26 colonnes, sur l'Ame des bêtes, *sa différence radicale avec l'âme humaine,* etc. Mgr de Harlez démontre facilement que le *Sacrifice d'*Abraham d'après la Genèse n'est pas une copie de la légende hindoue de Çunasçêpa; réfute l'assimilation saugrenue imaginée par M. Em. Burnouf de l'Agni des Védas avec l'Agneau de Dieu; renverse, à propos d'Ahriman, les objections de M. Bréal sur l'origine de l'idée du démon dans la Bible et sur le culte de saint Michel; réfute une erreur de M. Duruy sur l'*Origine de l'*Apocalypse; expose enfin, et c'est par cet article que se termine la lettre A, la nature et l'histoire de l'Avesta ou Zend-Avesta, le livre sacré des Zoroastriens.

Nous donnons ces indications, un peu prises au hasard, à titre d'exemple, car il est évident que nous ne saurions faire l'analyse de tout un dictionnaire qui renferme plus de 3000 colonnes. Ajoutons cette observation très importante, que les ouvrages, revues ou auteurs à consulter pour plus de développement des idées exposées sur chaque sujet, sont toujours mentionnés avec toutes indications utiles, soit dans le corps même, soit plus ordinairement à la fin, des articles qui y renvoient.

Une *Table analytique et alphabétique des matières,* due à M. l'abbé Terrasse, complète très heureusement cet énorme volume et y ajoute une très grande facilité pour les recherches. Cette table, qui ne renferme pas moins de 196 colonnes, donne en effet une foule de mots que l'on chercherait vainement à leur rang dans le corps du *Dictionnaire,* et qui se rapportent à des sujets traités incidemment dans des articles consacrés à d'autres mots, ou bien traités sous un autre titre, ou bien encore des noms propres qui sont ceux soit des auteurs mêmes du *Dictionnaire* pour renvoyer à leurs articles, soit des écrivains qu'ils citent, avec mention des écrits de ces derniers et renvoi à la colonne ou aux colonnes où il en est question.

Par exemple, si je cherche, dans le corps de l'ouvrage, le mot *Hexaméron,* mes recherches seront vaines ; il n'y figure pas. Mais si, recourant à la table analytique, je me reporte au mot Jour, je trouve : Jour de la genèse, et sous cette rubrique, l'indication de douze ou quinze articles ou passages d'articles, — avec renvoi au numéro de colonne de chacun d'eux, — dans lesquels il est parlé de ces *jours* à divers points de vue.

Ainsi en est-il des mots *Aérolithes, Amibes, Anthérozoïdes, Astronomie, Atavisme, Bactéries, Blocs erratiques, Bourget (lac du), Calcaires d'Aix-les-Bains, Calendrier, Concurrence vitale, Dentition, Eléphant, Euphrate, Foraminifères, Géologie, Léporides,*

Lièvre, Paléolithique, Panspermisme, etc., etc. On trouvera tous ces mots et bien d'autres à la table analytique et alphabétique, qui ne figurent point dans les en-tête d'articles du *Dictionnaire,* mais dont il est question cependant. Et la table, toujours, donne fidèlement, pour chacun d'eux, les numéros des colonnes où il faut chercher.

Pareillement aucun nom propre d'homme ne forme titre d'article, car un dictionnaire apologétique n'est pas un dictionnaire biographique. Ce n'est donc point au corps de l'ouvrage qu'il faut d'abord les demander. Mais si l'on se reporte à la Table analytique, on les trouvera en foule ; citons-en quelques-uns, choisis dans le seul domaine des sciences naturelles : Agassiz, Aristote, Cl. Bernard, P. Bert, Bichat, Biot, Boucher de Perthes, l'abbé Bourgeois, Broca, Broussais, Buffon, Buchner, Cabouis, R. P. Carbonnelle, Copernic, Cuvier, Darwin, Élie de Beaumont, Épicure, Flourens, Galien, Galilée, les Geoffroy Saint-Hilaire, Lamarck, Laplace, Linné, Lucrèce, Moigno, Motais, Newton, d'Omalius d'Halloy, d'Orbigny, Pascal, Plateau, Pline le naturaliste, Pouchet, Reusch, etc., pour ne parler que des morts ; et, parmi les vivants : MM. Arcelin, l'abbé Arduin, Dr Béchamp, Berthelot, Alex. Bertrand, Pruner Bey, R. P. de Bonniot, Contejean, Cotteau, Draper, abbé Ducrost, Dujardin-Beaumetz, Duilhé de Saint-Projet, Faye, de Ferry, Filhol, Alb. Gaudry, Huxley, Kerviler, de Lapparent, Maspero, Milne-Edwards, de Mortillet, de Nadaillac, Naudin, Pasteur, de Quatrefages, Élisée Reclus, Dr Richer, etc., etc.

On peut voir par ces simples énumérations, qui seraient tout aussi variées dans les autres spécialités, qu'aucune face des sujets abordés n'a été négligée. Les auteurs hostiles sont combattus et réfutés dans ce qu'ils ont écrit contre nos croyances ; les autres sont cités pour ce qui, dans leurs ouvrages, sert ou peut servir la cause de la Vérité.

Le *Dictionnaire apologétique* est donc un ouvrage très complet et appelé, croyons-nous, à rendre de signalés services. On ne saurait trop le recommander aux chrétiens soucieux soit d'éclaircir facilement les difficultés qui peuvent s'élever dans leur esprit, soit, mieux encore, de se mettre en mesure de répondre aux objections de l'incrédulité et de la soi-disant libre-pensée. Ils ont là une mine aussi féconde qu'inépuisable.

S'il nous est permis maintenant d'exprimer un regret relatif à un détail de librairie, nous dirons que nous eussions préféré voir cet énorme volume divisé en deux ou trois tomes. Il en eût

été plus facilement maniable. Quand l'étendue d'un volume comprend 800 pages, il commence à être déjà d'un maniement moins aisé ; que dire quand, avec XII pages de préfaces et 3406 colonnes de texte et de tables, elle s'élève à plus de 1700 pages ?

Si nous sommes bien informé, cette disposition résulterait de ce que le travail des divers collaborateurs ayant de beaucoup dépassé les limites prévues lors de l'impression des premiers fascicules, la composition typographique a dû suivre jusqu'au bout le plan qui lui avait été tracé primitivement en vue d'un seul volume. Ce petit inconvénient, purement matériel, n'enlève rien d'ailleurs aux ressources précieuses que cet ouvrage offre à tous les esprits cultivés et sincères, ainsi qu'aux chrétiens jaloux d'appuyer toujours leur foi sur ce *rationabile obsequium* que recommande l'Apôtre.

JEAN D'ESTIENNE.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SCIENCES INDUSTRIELLES

—

Procédé pour prévenir la fermentation putride des peaux et des cuirs. — On sait que les peaux, abandonnées à elles-mêmes, ne tardent pas à devenir la proie des ferments ou bactéries ; en fermentant, elles subissent une altération profonde : une partie de la gélatine qu'elles contiennent se liquéfie, et il se forme toute une série d'ammoniaques composées.

D'après MM. Ch. Collin et L. Benoist (1), la fermentation préalable des peaux, considérée par certains tanneurs comme indispensable au tannage, est non seulement inutile pour la réussite de cette opération, mais encore nuisible. En effet, la gélatine liquéfiée n'est plus coagulable par le tannin, et il en résulte pour le cuir une perte de poids et de résistance ; en outre, les produits de décomposition de la gélatine peuvent avoir, au point de vue chimique, la plus fâcheuse influence sur le résultat final de l'opération du tannage.

L'usage de bains devenus acides au contact des peaux en fermentation constitue également une pratique vicieuse. La fermentation des bains de tannage dans les fosses occasionne la

(1) *Mémoire présenté à la Société industrielle de Rouen.*

destruction d'une partie du tannin et des matières assimilables, telles que phosphates, qui favorisent un tannage rapide.

Il y a donc tout avantage pour le tanneur à prévenir la fermentation des peaux et des bains ; mais il faut, à cet effet, employer un antiseptique qui soit assez puissant à faible dose et dont l'addition n'entraîne pas la précipitation d'une trop grande quantité de tannin. Le biiodure ou deuto-iodure de mercure remplit parfaitement ces conditions.

La stérilisation des peaux devrait être pratiquée à l'abattoir même, dans l'intérêt de l'hygiène générale et dans celui de la santé des ouvriers tanneurs, trop souvent victimes de maladies infectieuses : le biiodure de mercure est parfaitement apte à atténuer la virulence des germes septiques et charbonneux et à rendre impossible leur transmission.

Les cuirs qui n'ont pas été traités au biiodure de mercure avant le tannage peuvent encore l'être utilement après avoir subi cette opération. En effet, les cuirs tannés ont une tendance à se couvrir de moisissures, qui y vivent aux dépens de la gélatine, du tannin, etc., et ils perdent ainsi une notable partie de leur résistance. Beaucoup de sels minéraux, tels que ceux de fer et de zinc, ont pour effet, lorsqu'ils sont associés au tannin, d'activer la production de moisissures ; divers antiseptiques, comme le sulfate de cuivre, le tartrate d'antimoine, l'arsenic et même le bichlorure de mercure sont inefficaces sur les mucédinées ; le biiodure, au contraire, donne d'excellents résultats. Il est bien entendu que la stérilisation doit toujours être effectuée avant le corroyage, le suif s'opposant à la pénétration du liquide antiseptique.

La quantité d'antiseptique à employer est variable suivant la richesse du milieu fermentescible. On fait usage de solutions dont la concentration varie de 1/5000 à 1/1000. La dissolution du biiodure mercurique dans l'eau est facilitée par l'addition d'un poids égal d'iodure potassique. L'adjonction d'une trace d'acide minéral augmente beaucoup la force de l'antiseptique.

A l'abattoir, il suffit d'immerger les peaux pendant 2 à 5 minutes dans une solution à 5/1000 ; les peaux ainsi traitées, puis desséchées, sont à l'abri de toute fermentation ultérieure.

Lors du tannage, on emploiera 1 gr. environ de biiodure par peau de 8 mètres carrés de superficie ; une quantité égale d'antiseptique sera ajoutée aux bains.

Pour le cuir tanné, la proportion d'iodure mercurique à employer est la même, soit 1 gr. par peau de 8 mètres carrés et

du poids de 12 kilogrammes. On prend une solution à 1/1000 et on l'applique sur le cuir à l'aide d'une brosse ou d'un pulvérisateur spécial.

L'iodure mercurique est un corps toxique ; sa manipulation exige donc quelques précautions. Toutefois, à la dose minime à laquelle il est employé pour la conservation des peaux et des cuirs, il ne présente aucun danger sérieux. Ce sel forme d'ailleurs avec le tannin une combinaison insoluble dans l'eau. Il est vrai que ce composé est soluble dans les liquides acides, tels que les sécrétions de la peau ; mais l'organisme humain peut absorber impunément 0,015 gr. de mercure par jour : il n'y a donc pas de danger réel d'intoxication par l'usage d'objets en cuir, tels que les chaussures.

Les faits avancés par MM. Collin et Benoist ont été reconnus exacts par le Comité de chimie de la Société industrielle de Mulhouse (1).

De l'étude des qualités des alliages. — Les alliages sont extrêmement nombreux; chacun d'eux possède des propriétés spéciales; mais, jusqu'ici, l'on n'est pas parvenu à se rendre un compte exact de l'influence respective des divers métaux alliés sur les propriétés de l'alliage. Ce n'est qu'à la suite de longs tâtonnements que l'on a pu fixer la formule des alliages des divers métaux convenant le mieux pour des usages déterminés.

M. H. Ponthière, professeur de métallurgie à l'université de Louvain, s'est attaché à grouper, pour en faciliter l'étude comparative, les résultats des travaux auxquels se sont livrés divers spécialistes, et que lui-même a exécutés, concernant les alliages. Cette étude conduira-t-elle à la découverte de lois générales? On n'ose guère l'espérer encore, vu le peu de rapports qui existe entre les faits constatés jusqu'à présent.

M. Chandler-Roberts a reconnu que, ajoutés à l'or dans la proportion de 0,2 p. c., les métaux dont le volume atomique (rapport du poids atomique au poids spécifique) est plus élevé que celui de ce métal en diminuent la ténacité et l'élasticité, tandis que les autres métaux améliorent ou n'altèrent pas ces propriétés. Cette même règle semble s'appliquer à d'autres métaux. Ainsi le fer (volume atomique = 7) gagne en ténacité lorsqu'il renferme une faible proportion de carbone (vol.

(1) *Moniteur industriel.*

atom. = 5,5); il perd, au contraire, par la présence du soufre (vol. atom. = 15), de l'arsenic (vol. atom. = 13) ou du phosphore (vol. atom. = 15).

C'est à peu près la seule règle que l'on soit parvenu à formuler.

M. Ponthière recommande vivement l'étude des alliages aux arsenaux des États, cette étude étant véritablement une œuvre d'utilité publique.

Il fait connaître l'ingénieuse méthode de Thurston pour la représentation graphique des résultats des essais pratiqués sur les alliages relativement à leur résistance à la traction, à la compression, à la flexion et à la torsion, à leur ductilité et à leur malléabilité, à leur dureté, leur densité, leur sonorité, leur lustre, leur fusibilité, leur conductibilité pour la chaleur et pour l'électricité, etc.

Les alliages binaires, tels que le bronze, le laiton, etc., sont figurés par une droite horizontale divisée en cent parties égales. L'un quelconque des points de division correspond à une variété d'un alliage donné, la teneur en l'un des métaux étant comptée à gauche et celle en l'autre métal à droite. A ce point de division, on élève une ordonnée proportionnelle au nombre indiquant le résultat de l'essai, par exemple de l'essai à la traction. En construisant les ordonnées correspondantes pour tous les points de division, c'est-à-dire pour les diverses variétés du même alliage, et en réunissant ensuite les extrémités des ordonnées, on aura la courbe des résistances à la traction de toutes ces variétés. On trace des courbes semblables pour les divers essais et pour les divers alliages.

Les alliages ternaires, tels que ceux de cuivre, étain et zinc (alliages chalkoïdes) sont représentés par un triangle équilatéral. On sait que, si d'un point quelconque de l'intérieur d'un triangle de l'espèce, on abaisse des perpendiculaires sur les trois côtés, leur somme est constante et égale à la longueur de la perpendiculaire abaissée d'un des sommets du triangle sur le côté opposé. Si cette perpendiculaire est divisée en 100 parties, chaque point du triangle pourra donc représenter un alliage dont la composition sera indiquée par les longueurs respectives des trois perpendiculaires ; les sommets des triangles représenteront les métaux purs, et les points situés sur les côtés du triangle correspondront à des alliages binaires. En plantant perpendiculairement à la surface du triangle, aux points qui représentent les diverses variétés d'un alliage, des tiges de longueurs propor-

tionnelles aux nombres exprimant les résultats des essais et en réunissant les extrémités de ces tiges par une surface, on obtient un relief topographique, dont on peut tracer les courbes de niveau. Chaque courbe de niveau représentera une série d'alliages possédant la même propriété.

Les résultats de l'étude d'alliages à 4, 5, 6.... métaux peuvent être enregistrés par le même procédé, en remplaçant le triangle par un carré, un pentagone, un hexagone.... réguliers (1).

Les fours crématoires pour la destruction des matières organiques. — La destruction des détritus organiques est une question des plus importantes pour les administrations des villes; elle intéresse également un grand nombre d'industriels.

La seule solution qui paraisse être entièrement efficace au point de vue de l'hygiène, c'est le feu.

La crémation des détritus organiques, et notamment des immondices, ne pourrait s'effectuer en plein air sans constituer une source d'incommodité et un grave danger. Il est de toute nécessité de recourir, à cet effet, à l'emploi d'un four bien aménagé et hermétiquement clos, ne dégageant ni gaz toxiques, ni odeurs nuisibles, ni fumée en quantité trop considérable. Il convient en outre qu'un four de l'espèce ne soit pas d'un prix trop élevé, qu'il consomme peu de combustible, que sa conduite réclame peu de main-d'œuvre, qu'il s'adapte aux différentes variétés d'immondices, enfin qu'il fournisse un produit susceptible d'être utilisé, soit comme engrais, soit autrement.

Les premiers essais pour la destruction en grand des détritus organiques par le feu furent tentés en Angleterre vers 1870. Le procédé est aujourd'hui appliqué dans beaucoup de villes des Iles Britanniques, des Indes-Orientales et surtout des États-Unis et du Canada.

Les fours employés en Amérique sont principalement ceux de Mann, d'Engle et de Ridder.

Le four Mann se compose d'une chambre à combustion mesurant 16 pieds de long sur 9 de large et 10 de haut. Il est pourvu d'une grille à barreaux distants de 2 pouces, légèrement inclinée dans la direction de la cheminée; à l'extrémité inférieure de la grille se trouve établi le foyer. Ce four fontionne à Montréal et à

(1) *Bulletin de l'Union des ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Louvain*, année 1889.

Chicago pour la destruction des matières de vidange et des ordures de toutes sortes : la fumée produite n'est pas considérée comme une *nuisance,* et l'on ne s'aperçoit d'aucune odeur, excepté pendant la combustion des plumes de poulets. A Montréal, la dépense est de 25 cents par tonne pour les ordures de toute sorte, et de 75 cents par tonne pour les matières de vidange.

Le four Engle a une forme allongée. La chambre de combustion mesure 33 pieds de long sur 5 de large; la hauteur, de l'arche de la grille au dôme, est de 7 pieds forts. A la partie antérieure se trouve le foyer principal; à l'arrière, un foyer secondaire. Le conduit à fumée ne débouche à la cheminée qu'après avoir passé sous les grilles des foyers ; la voûte de ce conduit, construite en tuiles réfractaires, forme le parquet du cendrier. La cheminée a 100 pieds de hauteur. Les cadavres d'animaux sont jetés dans le four à un endroit rapproché du premier foyer; les détritus sont répandus sur toute la longueur du four au moyen de conduits tubulaires. Les parties ténues, passant entre les barreaux des grilles, brûlent sur la voûte du conduit à fumée et l'échauffent; les gaz, après avoir passé sur le second foyer, achèvent de se brûler en parcourant ce conduit ainsi porté à une température élevée. Ce four est employé à Minneapolis et à Milwaukee. La dépense de combustible et de main-d'œuvre s'élève à 15 ou 16 cents par tonne de détritus.

Le four Ridder comprend une première chambre de 12 1/2 pieds de long sur 6 1/2 environ de large, surmontée d'un dôme dans lequel sont pratiquées des ouvertures, et d'une seconde chambre de 4 1/2 pieds de long et de la même largeur que la précédente, avec voûte également percée d'ouvertures. Cette seconde chambre est pourvue d'un foyer en tuiles réfractaires. Des ponts en pierre de 3 pieds d'épaisseur la séparent de la première chambre d'une part, de la cheminée d'autre part. Ce four est de construction plus complexe et plus coûteuse que les deux précédents, mais il permet de réaliser une grande économie de combustible. A Pittsburg, où il sert à la destruction de la tannée et des immondices, la consommation de combustible est de moins de 5 p. c. du poids des matières brûlées. Les produits gazeux de la combustion paraissent être inoffensifs; les cendres sont utilisées comme engrais.

Ces trois types de fours donnent donc les uns et les autres des résultats satisfaisants. L'odeur des gaz qui s'en échappent n'est pas trop désagréable, elle ressemble à celle du cuir brûlé. Le

résidu solide de la combustion a une certaine valeur commerciale; il est constitué par du sable et de l'argile (50 p. c. environ), du phosphate et du sulfate de chaux et de magnésie (20 à 25 p. c.), du chlorure, du carbonate et du silicate de potasse et de soude (10 à 12 p. c.), de l'oxyde de fer (2 à 3 p. c.), de l'humidité (2 à 3 p. c.), et des matières organiques (10 à 15 p. c.). Ces dernières consistent en carbone et en matière azotée plus ou moins odorante (1).

La ville de Bruxelles a nommé, en 1887, une Commission spéciale pour l'étude de la destruction des immondices par le feu. Cette Commission s'est rendue en Angleterre, où elle a vu fonctionner les installations des villes de Londres, Birmingham et Leeds. Le système de four qui paraît avoir prévalu généralement dans ce pays est celui de Fryer. Ce four occupe un espace de 11^m de long, sur 7^m 50 de large et 3^m 65 de haut; il est divisé intérieurement en 10 compartiments, disposés sur deux rangées et communiquant, par une grande conduite centrale, avec une cheminée élevée : l'incinération est complète et l'opération ne produit pas d'odeur; les frais d'exploitation sont de 1 fr. à 1 fr. 50 environ par tonne d'immondices; les cendres sont utilisées pour la fabrication du mortier, de briques réfractaires, de matériaux de pavage, etc. Sur le rapport favorable de la Commission, ce système de destruction des immondices a été adopté en principe par l'Administration communale de Bruxelles.

Protection des cours d'eau et des nappes souterraines contre la pollution par les résidus industriels. — Cette question a fait l'objet de rapports de M. Arnould et de M. Martin au Congrès international d'hygiène et de démographie qui vient d'avoir lieu à Paris.

Parmi les résidus industriels, on distingue, dans l'ordre de leur nocuité croissante : les résidus encombrants, les résidus odorants ou colorés, les résidus acides, les résidus toxiques, les résidus putrides et les résidus infectieux.

Les scories des usines métallurgiques, les mâchefers, la terre provenant du lavage des betteraves, sont des résidus encombrants. Évacués dans les cours d'eau, ils présentent l'inconvénient d'en exhausser le lit et parfois d'élever le titre hydrotimétrique des eaux.

Comme résidus odorants ou colorés, on peut citer ceux des

(1) *The Sanitarian.*

usines à gaz, des distilleries de goudron de houille, des fabriques d'essence minérale, des teintureries, des fabriques de couleurs. En se chargeant de ces résidus, les eaux perdent leurs qualités physiques essentielles : elles cessent d'être " incolores et inodores. „

Les résidus acides sont fournis par les fabriques d'acides sulfureux, sulfurique, nitrique, hypochloreux, chlorhydrique, etc., et par les établissements où l'on fait usage de ces produits, tels que fabriques d'acide stéarique, raffineries d'huile, raffineries de pétrole, fonderies de suif, fabriques de paraffine, fabriques de nitroglycérine, de nitrocellulose, de nitrobenzine, d'acide picrique, usines de blanchiment, fabriques de papier, fabriques de blanc de baryte, etc. D'autre part la combustion des houilles pyriteuses, le grillage des blendes, la fabrication du bleu d'outremer, celle des produits nitrés, etc., donnent lieu au dégagement de gaz et vapeurs acides, que la pluie rabat sur le sol à l'état de solution aqueuse. Les eaux acides tuent le poisson dans les rivières : d'après Weigelt, l'acide chlorhydrique est déjà nuisible au poisson à la dose de 0,0005 pour mille; l'acide sulfurique et l'acide azotique, à 0,1 pour mille; le chlorure de chaux, entre 0,0008 et 0,005 pour mille.

Les résidus toxiques sont ceux provenant de la préparation des produits arsenicaux, de la fabrication de la fuchsine au moyen de l'acide arsénieux, de la fabrication des papiers peints, etc.

Les résidus putrides sont les déchets consistant en matières organiques mortes et provenant notamment des abattoirs, des tanneries, des ateliers de peignage de laine, des amidonneries, des féculeries, des routoirs, des papeteries, etc. Les eaux chargées de ces résidus sont impropres à l'alimentation publique, à l'abreuvage du bétail et à la plupart des usages industriels; elles font périr le poisson.

Parmi les résidus infectieux, mentionnons ceux du lavage des laines contenant des bacilles charbonneux, de l'abatage de bêtes envahies par des micro-organismes pathogènes, du blanchissage du linge de personnes atteintes de maladies transmissibles. On sait que l'eau est le véhicule habituel des germes de maladies épidémiques et infectieuses.

Les procédés techniques de protection des eaux contre les résidus industriels peuvent être classés comme suit :

Substitution d'agents inoffensifs aux agents dangereux dans les opérations industrielles, — exploitation industrielle des résidus, — dépôt et enfouissement, — dénaturation et neutrali-

sation, — décantation, — épuration chimique et mécanique, — épuration par le sol.

L'épuration par le sol semble constituer le procédé le plus parfait que l'on puisse appliquer aux eaux résiduaires des industries qui travaillent des matières organiques; elle peut toujours et doit quelquefois être combinée à des opérations chimiques et mécaniques, qui assurent la neutralisation des eaux et les préparent à l'absorption par le sol.

La Section d'hygiène du Congrès a adopté, entre autres, les propositions suivantes :

L'épuration des eaux d'industrie doit être imposée; elle sera exécutée suivant les modes appropriés à chaque industrie ;

En cas de pollution des cours d'eau et des nappes souterraines par des résidus industriels, résultant de l'inexécution des prescriptions imposées par l'Administration, les travaux de salubrité nécessaires pourront être ordonnés par le Gouvernement; les dépenses seront supportées par les communes intéressées, celles-ci ayant recours contre les auteurs de la contamination (1).

Notons que ces vœux, formulés au point de vue français, ont reçu déjà leur accomplissement en Belgique.

La loi belge du 7 mai 1877 sur la police des cours d'eau non navigables ni flottables commine des peines contre " ceux qui obstrueront les cours d'eau, y jetteront ou déposeront des objets quelconques pouvant entraver le libre écoulement ", et contre " ceux qui y laisseront couler des liquides, y jetteront ou déposeront des matières pouvant corrompre ou altérer les eaux, sauf les exceptions à déterminer par les règlements provinciaux et, à défaut de ces règlements, par la Députation permanente ". (Art. 27.)

Dans tous les cas de contravention à cette loi, " outre la pénalité, le juge prononcera, s'il y a lieu, la réparation de la contravention dans le délai qui sera fixé par le jugement, et statuera qu'en cas d'inexécution l'Administration communale y pourvoira aux frais du contrevenant qui, en vertu du même jugement, pourra être contraint au remboursement de la dépense, sur simple état dressé par le Collège échevinal ". (Art. 29.)

Les fonctionnaires des services voyers provinciaux sont chargés de constater les contraventions en matière de cours d'eau et d'en dresser procès-verbal. (Art. 32.)

(1) *Revue d'hygiène.*

D'autre part, les puits perdus ou puisards pour l'absorption des résidus de fabriques ou de liquides susceptibles de corruption sont rangés dans la classe 1 B des établissements dangereux, insalubres ou incommodes; ils ne peuvent donc être établis sans une autorisation spéciale de la Députation permanente. Les diverses catégories d'industries donnant lieu à la production de résidus nuisibles sont elles-mêmes classées et soumises au régime des arrêtés royaux du 29 janvier 1863, du 27 décembre 1886 et du 31 mai 1887; en autorisant leur exploitation, l'autorité prescrit, dans chaque cas particulier, les mesures propres à préserver les eaux courantes et la nappe souterraine contre toute contamination.

L'électricité et les accidents dans les fabriques d'explosifs. — L'électricité cause souvent des accidents dans les fabriques d'explosifs où l'on fait usage de matières premières ou d'outils donnant lieu à l'accumulation de ce *fluide;* il y a de ce chef certaines précautions à prendre.

Dans une poudrerie allemande, les inflammations spontanées du soufre, dans l'atelier de pulvérisation, étaient très fréquentes: on a mis les pulvérisateurs en communication avec la terre, et depuis lors le soufre n'a plus jamais pris feu.

Dans une autre poudrerie, la poudre à comprimer était mise entre des feuilles d'ébonite. Après une tempête, un ouvrier desserra la presse et voulut séparer les galettes les unes des autres : il reçut une commotion si violente qu'il en mourut quelques heures après. Une étincelle de 10 centimètres de longueur avait jailli sur ses doigts et une explosion s'était produite. Il faut donc éviter d'employer dans la préparation des explosifs le caoutchouc, l'ébonite et les substances analogues (1).

Le nouveau projet de loi anglaise sur la responsabilité des patrons envers les ouvriers. — La loi anglaise de 1880 sur la responsabilité des patrons (2) avait été votée pour une période de sept ans, qui a été prolongée jusqu'aujourd'hui. Un nouveau projet a été élaboré l'an dernier.

D'après ce projet, la preuve de l'obligation du patron demeurerait à charge de l'ouvrier, et les accidents purement aléatoires ne seraient, pas plus qu'en 1880, englobés dans le cercle d'action

(1) *Moniteur industriel.*
(2) Voir *Revue des questions scientifiques*, 20 janvier 1884.

de la loi. Toutefois le patron deviendrait responsable du dommage causé non seulement par l'*état* des voies, ouvrages, machines ou matériel employés, mais aussi par l'*arrangement* des voies, ouvrages, machines, matériel, bâtiments ou locaux destinés à l'industrie ou employés pour celle-ci. L'ouvrier serait dispensé de la responsabilité qu'il aurait encourue pour n'avoir pas signalé le vice dont il aurait eu connaissance, chaque fois qu'il pourrait produire une excuse raisonnable de son omission. Pour que les personnes chargées de la surveillance fussent responsables, il ne serait plus nécessaire que ces personnes reçussent un salaire plus élevé ou fussent exemptes de travail manuel. La qualité de patron serait étendue aux particuliers dans certains cas. Les dommages et intérêts attribués aux victimes des accidents seraient notablement majorés. La loi deviendrait applicable aux marins. Quant à l'assurance en cas d'accident, il n'en est question que d'une façon accessoire (1).

J.-B. André.

HYGIÈNE

—

De l'influence de la consanguinité sur la production de certaines maladies nerveuses. — Le rapport de causalité n'est pas encore réellement établi entre la consanguinité et la surdi-mutité, de même qu'entre la consanguinité et la rétinite pigmentaire. Mais la statistique s'est prononcée avec plus de certitude sur la relation entre la consanguinité d'une part, et l'épilepsie, l'hystérie et l'idiotie d'autre part. Sur 926 observations recueillies dans des services consacrés à ces maladies, MM. Bourneville et Courbarien ont constaté que la consanguinité ne pouvait être invoquée comme cause prédisposante que dans la proportion de 3,76 p. c. Or c'est précisément là le rapport qui existe entre le nombre des mariages consanguins et celui des mariages contractés en dehors de tout lien de parenté ; ce qui met à néant la prétendue prépondérance de la consanguinité.

Mais la consanguinité agit-elle par elle-même ou cache-t-elle

(1) *Moniteur des intérêts matériels.*

encore d'autres influences ? MM. Bourneville et Courbarien ont trouvé que les affections dont il s'agit se rattachent à d'autres manifestations morbides du système nerveux, et qu'en définitive l'influence de la consanguinité disparaît derrière celle de l'hérédité. Des parents consanguins, mais sains, donnent le jour à des enfants sains. S'ils sont affectés de quelque tare, ils la transmettront d'autant plus sûrement qu'à l'influence de l'hérédité se joindra celle des prédispositions bilatérales fondées sur la consanguinité.

Le résultat de ces recherches n'a rien qui nous surprenne. Le prétendu danger des unions entre consanguins nous a toujours paru en opposition avec l'innocuité de semblables unions dans les différentes espèces. Les oiseaux de nos basses-cours ne se multiplient-ils pas sous l'influence d'une étroite parenté ? Considérez un couple de pigeons : il donne généralement naissance à un autre couple, qui reste étroitement uni pour se multiplier à son tour. Nous pourrions citer une foule d'exemples d'une consanguinité plus directe encore n'amenant pour la race aucun caractère de déchéance. Et si l'on oppose d'autres exemples en apparence contradictoires, nous demanderons quelle part d'influence en revient à la consanguinité, et s'il ne faut pas mettre sur le compte du régime, et sur l'inobservance des lois de l'hygiène en général, la déchéance attribuée aux unions consanguines. En résumé, il nous semble qu'il faut se garder de proscrire *à priori* les mariages entre consanguins bien portants (1).

Un mot sur certaines eaux dentifrices. — Nous voulons désigner ici l'eau dentifrice du Dr Pierre, l'eau dentifrice salicylée, l'eau dentifrice à l'eucalyptol, l'eau de menthe. Les recherches dont elles ont été l'objet au laboratoire d'hygiène de Fraënkel à Berlin par M. P. Archinard (2) prouvent : 1° que ces eaux sont aseptiques ; elles ne contiennent en effet aucun germe susceptible de se développer. 2° Que les spores ou germes du charbon y conservent leur vitalité ; en effet, si l'on y trempe des fils de soie imprégnés de liquide charbonneux et qu'on les dépose ensuite sur de la gélatine, on observe des cultures fructueuses ; 3° enfin, que les eaux dentifrices mêlées à des bouillons de culture ne les stérilisent pas ; les micro-organismes du charbon, du typhus et du choléra ont pu en effet se développer dans ces mélanges.

(1) Voy. *Progrès médical.*
(2) *Sess. Soc. des sc. méd. et natur. de Bruxelles,* septembre 1889.

Ces eaux dentifrices ne sont donc que des liquides capables de masquer l'odeur de certaines fermentations buccales et n'ont pas d'autres effets par elles-mêmes.

Il n'en est pas ainsi de l'eau oxygénée, qui est un puissant antiseptique, puisque, à la dose de 0,05 centigrammes, elle s'oppose à la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf neutralisé. Elle est d'ailleurs recommandable en raison de son innocuité vis-à-vis des dents, si souvent attaquées par la plupart des autres dentifrices. On vient de préconiser une solution d'eau oxygénée à 4 % dans l'eau renfermant un peu de pierre ponce pulvérisée ; on se frotte les dents avec un linge imbibé de ce mélange, puis on se rince la bouche à l'eau tiède.

Précautions à prendre pour éviter la diffusion de la tuberculose. — Considérée naguère comme une maladie le plus souvent héréditaire, la tuberculose dans ses manifestations multiples est devenue, spécialement depuis Koch, une maladie parasitaire, c'est-à-dire contagieuse. Elle se transmet par un microbe appelé *bacille de Koch*. La pénétration de ce bacille dans l'organisme pouvant se faire par la peau, la muqueuse des voies digestives ou celle des voies respiratoires, il importe de prendre des mesures qui s'opposent à l'entrée du bacille par ces différentes voies. C'est par le contrôle attentif de nos aliments et la surveillance de nos rapports avec les tuberculeux que nous atteindrons ce résultat. Il convient donc de soumettre nos viandes, si elles sont suspectes, à une cuisson parfaite, et de ne prendre que du lait bouilli, si l'on a de bonnes raisons de se méfier du lait cru. Mais il est évident que le contrôle ordinaire des viandes, tel qu'il est établi dans un abattoir bien tenu, peut nous dispenser le plus souvent de recourir à une cuisson qui rendrait notre régime trop uniforme et notre cuisine insupportable.

Le lait ne peut être soumis à un contrôle analogue, et il ne nous est pas possible d'en surveiller la provenance. Mais on admet aujourd'hui qu'une vache ne transmet la tuberculose, par la voie de son lait, qu'à la condition d'avoir un pis et surtout des trayons tuberculeux. On conçoit ainsi que, même en dehors de la cuisson, le lait ne soit pas un véhicule bien ordinaire des germes de la tuberculose.

Nous croyons qu'en général ce sont nos rapports plus ou moins directs avec l'homme tuberculeux qui nous exposent le plus à contracter la maladie. A ce point de vue, les crachats et les différentes excrétions (pus et mucosités) qui ont été en contact avec

des lésions spécifiques, doivent être l'objet de soins spéciaux. Si on les projette sur le sol, comme cela a lieu chez les pauvres; si on les recueille dans des mouchoirs, ou encore si on leur permet de souiller des tapis et des tentures, comme chez le riche, on rend l'atmosphère du malade dangereuse pour ceux qui l'approchent; car la dessiccation ne tarde pas à y disséminer, sous forme de poussière, les germes tuberculeux contenus dans les crachats et autres produits. Aussi M. Villemin conseille-t-il de recueillir dans un crachoir, pour les jeter ensuite au feu, les matières de l'expectoration et les diverses sécrétions des plaies. Le feu devra consumer de même les linges et objets de pansement sans valeur; l'ébullition prolongée rendra les autres inoffensifs.

Nous considérons comme une excellente pratique celle qui consiste à déposer dans les crachoirs une solution forte de sublime corrosif. La destruction des produits tuberculeux serait ainsi moins soumise au bon vouloir des domestiques ou des garde-malades.

Il importe de ne pas dormir dans le lit d'un tuberculeux et d'habiter sa chambre le moins possible. Les moindres négligences apportées dans la destruction des matières tuberculeuses motivent cette deuxième prescription. Elle intéresse plus encore les enfants que les grandes personnes. L'enfance, en effet, est l'âge de l'éclosion de certaines maladies qui s'attaquent particulièrement aux bronches et en font un terrain favorable à la multiplication du bacille de la tuberculose. On peut dire en général qu'un état de débilitation, quelle qu'en soit l'origine, est une contre-indication formelle à la fréquentation des chambres habitées par un tuberculeux.

Quant aux objets qui lui ont appartenu, ils doivent être l'objet d'une désinfection parfaite, celle qui se fait à l'étuve par exemple, ou dans une atmosphère soufrée et chargée de vapeurs humides. Nous ne pouvons évidemment avoir en vue ici que les vêtements du malade ou les objets qui ont séjourné dans sa chambre. Ces chambres elles-mêmes seront désinfectées de la même manière.

Telles sont les principales prescriptions formulées récemment à l'Académie de médecine de Paris par M. le Dr Villemin.

Des germes pathogènes contenus dans le sol. — Cette question a été l'objet d'une remarquable étude faite au Congrès d'hygiène tenu à Paris du 4 au 11 août dernier. Nous ne pourrons esquisser que très sommairement ici les considérations pré-

sentées par MM. Grancher et Richard. Dans ces dernières années, on a constaté dans le sol l'existence du microbe de la septicémie (vibrion septique), du tétanos, du charbon, de la fièvre typhoïde, du choléra. Et l'on a les raisons les plus sérieuses de croire qu'on y rencontre aussi le bacille de la tuberculose, le microbe de la pulmonie, de la fièvre intermittente, de la dyssenterie, de l'ictère épidémique, etc....

On a constaté que ces agents pathogènes progressent lentement dans l'épaisseur du sol, sous l'influence des eaux de la surface. Et encore n'y dépassent-ils pas une certaine profondeur, qui varie d'après les espèces jusqu'à 2 mètres. MM. Grancher et Deschamps n'ont pas trouvé le bacille de la fièvre typhoïde au-dessous de la profondeur de 50 centimètres. Il est à remarquer que le nombre des bacilles l'emporte de beaucoup sur celui des microcoques (microbes à forme arrondie). Si l'on chauffe à 70 degrés centigrades une parcelle de terre microbifère, on y détruit les formes bacillaires (types développés), mais leurs germes, sous forme de spores, résistent à cette température.

Quant à la durée, elle est relativement limitée pour les bacilles; elle est au contraire presque illimitée pour les spores. Il est très probable que la spore peut revêtir la forme bacillaire dans le sol lui-même, mais seulement à des niveaux qui varient d'après les espèces, et il est permis de croire qu'une terre riche en matières organiques constitue un milieu de culture favorable au développement des germes.

Mais ces germes sont-ils détruits dans le sol ? Certainement, et leurs principaux ennemis sont : la dessiccation, certaines températures, l'oxygène, les microbes saprophytes, la lumière. Disons un mot de ces diverses influences.

La dessiccation tue rapidement les microcoques, et c'est probablement pour cette raison qu'ils sont relativement rares à la surface du sol. Mais sa puissance destructive est bien plus grande encore si la lumière solaire lui prête son concours.

Les bacilles ne résistent guère non plus à la dessiccation; leurs spores au contraire lui opposent une résistance presque invincible. La température du sol agit différemment d'après les profondeurs. Vers la surface, elle favorise souvent la pullulation des germes pathogènes. Cependant, quand elle atteint ou dépasse 50 degrés C., elle peut leur être funeste.

A une certaine profondeur, la température est trop peu élevée pour permettre une excessive multiplication des germes. L'oxygène circule dans les couches superficielles du sol; il est beau-

coup moins abondant dans les couches plus profondes. Aussi les microbes qui ont besoin d'air pour vivre (aérobies) meurent-ils quand ils sont entraînés dans la profondeur du sol, tandis que ceux pour qui l'air est un poison (anaérobies) succombent dans les parties les plus superficielles.

Les microbes pathogènes trouvent encore dans le sol un autre redoutable ennemi : c'est le microbe saprophyte ou microbe des déjections. La lutte s'établit partout où ils se rencontrent, et elle se termine ordinairement par la victoire du microbe saprophyte.

Enfin la lumière solaire constitue un agent énergique de destruction pour les microbes. Son influence combinée à celle de l'air explique non seulement l'innocuité des irrigations faites avec l'eau des égouts, mais démontre encore que la culture intensive pratiquée avec l'aide de ces irrigations peut être considérée comme un agent sérieux de désinfection. On ne doit pas oublier toutefois que la végétation ne possède pas par elle-même, c'est-à-dire par les phénomènes de chimie biologique qui se passent au sein des plantes, de vertu microbicide spéciale. Mais elle l'emprunte aux agents dont nous venons de parler.

D'après ce qui précède, on conçoit l'action des travaux de terrassement sur le réveil et la dissémination de certains microbes. Si pareils travaux sont funestes à certains d'entre eux en les soumettant à des influences pernicieuses, il n'en est pas moins vrai que leur pouvoir prodigieux de multiplication l'emporte souvent au début sur la puissance des agents destructeurs.

Comment les microbes pathogènes abandonnent-ils le sol pour pénétrer dans notre organisme ?

La terre qui s'attache à nos pieds pour se résoudre plus ou moins en poussière dans nos appartements; les vers comme les limaces qui les ramènent d'ailleurs à la surface du sol, permettent aux germes de se disséminer dans l'atmosphère, où nous les absorbons.

D'un autre côté les eaux, en traversant le sol, peuvent entraîner les microbes dans les puits mal protégés contre les infiltrations des couches supérieures. Ils nous arrivent de là avec les eaux alimentaires. Les nappes d'eau souterraines restent généralement indemnes, grâce à la profondeur où elles se trouvent, et c'est pourquoi les eaux de sources peuvent être considérées comme saines. Dans un endroit où s'élevaient depuis des siècles des habitations humaines, la nappe d'eau située à 4 mètres seule-

ment de la surface du sol a été trouvée par Fraënkel exempte de germes.

A Gennevilliers, l'eau qui sort des drains enfouis à une profondeur de deux mètres seulement ne renferme qu'une minime proportion de germes.

Il arrive pourtant que des fissures s'établissent entre les couches superficielles et les couches profondes, et frayent ainsi un passage facile à des eaux qui vont souiller les nappes souterraines. En outre, les interstices qui séparent les parois d'un puits de la masse de terre environnante, et qui sont dus à l'inégalité même de ces parois constituent autant de canalisations vers le sous-sol. Voilà la raison qui pourrait nous faire considérer *à priori* l'eau d'un puits comme suspecte.

Accidents dus à l'ingestion de substances animales malsaines. — Il n'est pas rare de constater sous forme épidémique ou à l'état sporadique des troubles divers consécutifs à l'usage de certaines viandes. Ordinairement on observe, en premier lieu, le désordre des voies digestives (nausées, vomissements, douleur à l'épigastre...) accompagné de douleur de tête; puis se manifestent des troubles de la sensibilité et du mouvement, aussi bien du côté des organes de la locomotion que du côté des organes des sens, et la mort, dans certains cas, peut succéder au désordre des diverses fonctions.

On a attribué l'origine de ces accidents à des ptomaïnes, sortes d'alcaloïdes qui prennent naissance dans les tissus en putréfaction. Mais cette interprétation, qui a eu son heure de vogue, pourrait bien, sans tarder, être délaissée au profit de celle qui s'appuie sur l'intervention des infiniment petits. On a découvert en effet dans les viandes suspectées des microbes pathogènes que l'on a pu isoler, cultiver, et à qui on a fait reproduire les divers phénomènes morbides que nous venons de rappeler. Cette dernière interprétation nous semble valoir au moins la première.

Dr Achille Dumont.

GÉOLOGIE.

Relation des tremblements de terre avec les culminations de la lune. — L'influence de la lune sur les océans étant un fait bien constaté, il était tout naturel que ceux qui admettent l'existence d'un noyau fluide à l'intérieur de la terre cherchassent à démontrer les marées de ce noyau par la liaison des tremblements de terre avec les mouvements lunaires. C'est ainsi que M. Perrey prétendit que le nombre des tremblements de terre est maximum au moment de la culmination de la lune. Néanmoins on fit observer que le phénomène ne se présente pas avec un caractère tellement accusé qu'il doive entraîner la conviction. M. de Montessus (1), en se fondant sur l'étude d'un grand nombre de tremblements de terre, arrive à prouver qu'il y a, il est vrai, des maxima et des minima, mais qu'ils sont uniformément répartis et ne présentent aucune relation avec les révolutions lunaires. L'opinion déjà ancienne de la prédominance des tremblements de terre pendant la nuit doit être abandonnée, car il n'y a là qu'un phénomène dépendant de causes tout à fait étrangères à l'influence de la lune.

Quant à l'action du soleil, déjà bien faible sur les océans, il n'est pas étonnant qu'elle soit insensible sur le fluide interne, beaucoup plus dense.

En somme M. de Montessus conclut que les tremblements de terre sont des phénomènes purement géologiques et explicables seulement par les lois de la géologie.

Mode de formation de la houille. — M. Goodchild (2), comme beaucoup d'autres géologues, est peu disposé à admettre que la houille s'est toujours formée sur place. Il passe en revue les principales théories émises pour expliquer la formation des couches de houille, et il est persuadé que toutes ces théories ont du bon, c'est-à-dire que chacune d'elles peut servir à expliquer certains cas particuliers; ce qu'il faut éviter, d'après lui, c'est de croire qu'une seule théorie peut s'appliquer à tous les cas.

M. Goodchild pense que l'on n'a pas assez tenu compte de l'hypothèse qui considère le charbon comme un dépôt sédimen-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1889.
(2) *Geological Magazine*, 1889.

taire ordinaire formé aux dépens de matières végétales amenées à la mer par des fleuves. D'accord en cela avec M. Fayol, il s'attache à montrer que les couches de houille sont formées de lits stratifiés d'éléments flottés : les feuilles y sont à plat, et les troncs d'arbres y sont couchés au lieu d'être dans leur position de croissance. Chacun de ces lits se montre sur de grandes étendues composé des mêmes éléments, tandis que dans les lits situés au-dessus et au-dessous, les éléments sont différents. Les couches de houille présentent donc bien, dans leur structure intime, les caractères de dépôts stratifiés dès l'origine, et non par suite d'une pression ultérieure. Mais d'où proviennent les matières végétales en question? Les fleuves charrient à la mer de nombreux matériaux organiques et minéraux qu'ils enlèvent à leur bassin : les éléments les plus grossiers se déposent en premier lieu, dans les eaux les plus agitées, sur le bord de la côte; les matières plus ténues se précipitent ensuite un peu plus loin, et dans des eaux plus calmes ; enfin les végétaux, qui avaient surnagé, s'enfoncent à leur tour. Par suite de ces atterrissements successifs, la mer recule peu à peu, et la même série de phénomènes continue à produire les mêmes résultats, à moins qu'un affaissement du sol ne ramène les eaux par dessus les dépôts ainsi formés. La structure des sédiments déposés dans un grand delta actuel est tout à fait analogue et vient corroborer ces conclusions.

A toutes les époques, il s'est formé des dépôts de charbon présentant entre eux une grande analogie, malgré la différence des conditions géologiques et géographiques au milieu desquelles ils se formaient. C'est là pour M. Goodchild une preuve que la formation du charbon n'exige pas le concours de conditions anormales, comme la présence d'une atmosphère très riche en carbone, etc.

Dépôts siliceux des geysers. — De nombreuses divergences de vue se sont produites au sujet de la cause à assigner aux dépôts siliceux des geysers. Quatre causes surtout ont été mises en avant : *diminution de la pression; — refroidissement; — évaporation; — réactions chimiques.*

M. Weed (1) prétend que, pour expliquer les dépôts siliceux des geysers du Parc national, il faut admettre ces quatre causes, et même y ajouter une cinquième, qu'il appelle l'*action des orga-*

(1) *American Journal of Science and Arts,* 1889.

nismes végétaux (surtout algues et mousses). C'est à cette dernière qu'il faudrait particulièrement attribuer les dépôts des sources trop pauvres pour précipiter par une autre cause; ces dépôts se distinguent par leur nature poreuse et même pulvérulente.

M. Weed, ayant eu l'occasion d'étudier des geysérites provenant de la Nouvelle-Zélande, y a constaté également l'influence des mousses et des algues dans leur formation.

L'Océan arctique pendant l'âge du Mammouth. — Un fait de géographie zoologique qui a déjà beaucoup attiré l'attention, c'est la grande ressemblance que l'on constate, à certaines époques géologiques, entre les faunes des diverses contrées boréales, par exemple entre les faunes de l'âge du Mammouth en Sibérie et en Amérique arctique. Ces deux contrées sont actuellement complètement séparées l'une de l'autre, et ce fait, d'après les lois de la géographie zoologique, devrait entraîner une dissimilitude dans les faunes. Comme on constate au contraire une intime ressemblance entre elles, il y a tout lieu de croire que ces deux contrées étaient jadis en communication. M. Howorth (1) s'est donné comme problème de rechercher quelle était cette communication. On avait d'abord supposé que les faunes avaient pu autrefois communiquer grâce à la congélation complète des mers qui séparent au nord l'Asie de l'Amérique ; mais c'est là une hypothèse inadmissible, car cette congélation même, présupposant un froid intense, aurait refoulé vers le sud des animaux tels que le Mammouth, et par conséquent, il y aurait eu moins que jamais communication des faunes entre les deux pays. D'un autre côté, l'étude des faunes montre que la communication a dû se faire par la mer de Behring.

M. Howorth se demande si, à l'époque du Mammouth, la mer de Behring existait, et si l'Asie et l'Amérique ne se touchaient pas alors directement, ce qui expliquerait naturellement la ressemblance des faunes. Par des considérations très ingénieuses, il arrive à prouver qu'il a pu en être ainsi. Il existe en mer, au nord de la Sibérie, des bancs de sable dans lesquels on trouve la même faune que dans ce pays; on la retrouve dans un si parfait état de conservation qu'il a tout lieu de croire que cette faune a vécu en place sur ces mêmes bancs de sable, alors que

(1) *Geological Magazine,* 1889.

ceux-ci, au lieu d'être immergés, s'élevaient au-dessus de la mer. Les bancs de sable ne sont aujourd'hui qu'à 50 mètres sous la surface des eaux. Pour qu'ils fussent ramenés comme alors à la surface, il suffirait d'un relèvement de 50 mètres du fond de la mer. Or, la mer de Behring n'a pas plus de 50 mètres de profondeur. Un pareil relèvement l'aurait mise complètement à sec et réuni l'Asie et l'Amérique, permettant ainsi la communication des faunes. Mais, en supposant à sec la mer de Behring et le nord de la Sibérie, l'Océan arctique se réduit à peu de chose de ce côté; il ne devait en tout cas pas présenter son aspect actuel, si l'on songe qu'il y avait alors au nord de la Sibérie un climat permettant à des Mammouths d'y vivre.

Dépôts subaériens des déserts des États-Unis. — M. Russell (1) constate que ces dépôts peuvent être divisés en quatre catégories :

Dunes de sable éolien;

Deltas torrentiels (cônes d'alluvions) ;

Talus d'éboulis ;

Argiles calcarifères.

Celles-ci présentent un intérêt tout particulier, à cause de leur grande ressemblance avec le *loess* du Mississipi, de l'Europe et de la Chine. Elles consistent en effet en une terre poreuse s'écrasant sous le doigt, de couleur jaune ou grise et très fine. Comme notre loess, elle présente le caractère remarquable de se tenir en escarpements parfaitement verticaux et de montrer des tubulations se ramifiant vers le bas. Le quartz qui la compose en grande partie est en petits grains anguleux; les autres éléments n'ont presque pas subi d'altération. On y constate aussi une proportion sensible d'alcalis.

Comme on le voit, ce sont exactement les caractères du loess de Chine. Or, M. von Richthofen a pu constater *de visu* que ce loess se forme par l'accumulation de matériaux amenés par le vent du fond des déserts. Ces matériaux, se déposant dans les interstices des végétaux, s'accumulent ainsi sur des épaisseurs de plus de 2000 pieds.

M. Russell, qui a vu également se former sous ses yeux les dépôts des États-Unis, a constaté que leur mode de formation est tout autre. Lors des pluies, les milliers de filets d'eau qui ruissellent sur les flancs des collines y arrachent tous les maté-

(1) *Geological Magazine,* 1889.

riaux à leur portée. Arrivés dans le fond de la vallée, ces ruisselets perdant leur vitesse précipitent toute leur charge. Des lacs temporaires se forment aussi dans les dépressions, et leurs eaux sont très souvent alcalines. Mais bientôt les mêmes phénomènes se répétant sans cesse, ces lacs se comblent, le fond des vallées se remplit et les collines deviennent de plus en plus arrasées. M. Russell a observé tels de ces dépôts qui ont jusque 1500 pieds d'épaisseur.

Périodes glaciaires dans les diverses époques géologiques. — M. Croll (1), qui s'est beaucoup occupé, comme on le sait, des périodes glaciaires, et dont les théories sont bien connues, montre aujourd'hui combien sont nombreuses les causes d'erreur lorsqu'il s'agit de constater l'existence d'anciennes périodes glaciaires.

Tout d'abord, les traces laissées par les glaciers doivent être recherchées sur les anciennes surfaces continentales; malheureusement, si l'on excepte les couches de houille (où l'on n'ira certes jamais rechercher des traces de glaciers), ces surfaces font presque complètement défaut. En effet, presque toutes les couches stratifiées ont été déposées au fond des mers ou des lacs; quant aux anciennes surfaces continentales, elles ont toutes été envahies par la mer et ont alors perdu toute trace de glaciers par suite de l'érosion marine. Nous ne pouvons même pas espérer de retrouver les cailloux striés si caractéristiques des glaciers; car ces cailloux n'arrivent à la mer que roulés et polis par les eaux, et ayant ainsi perdu tous leurs caractères. L'argile à blocaux glaciaire ne peut non plus se retrouver, dans des dépôts stratifiés, que remaniée et par conséquent méconnaissable.

La présence de grands blocs erratiques dans des couches sédimentaires pourrait peut-être nous apprendre quelque chose; mais il faut se garder de conclure de l'absence de tels blocs à la non-existence de glaciers; car cette absence peut s'expliquer de diverses façons.

Seuls les blocs charriés par les glaciers aboutissant à la mer et emportés au loin par les icebergs pourraient se rencontrer dans des dépôts stratifiés, où ils seraient tombés après la fusion de la glace. Aussi la rencontre, sous de basses latitudes, de pareils blocs transportés dans des dépôts géologiques doit-elle être con-

(1) *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 1889.

sidérée comme une preuve de la coexistence d'une période de froid intense.

D'un autre côté, si nous songeons au peu de traces des glaciers actuels qui subsisteront encore dans quelques milliers d'années, nous ne nous étonnerons pas que les anciennes périodes glaciaires aient pu laisser si peu de traces.

Il en serait tout autrement si les roches stratifiées, au lieu de s'être déposées au fond des mers, étaient d'anciens sols continentaux.

L'étude des êtres fossiles, qui ailleurs rend tant de services, ne peut être ici presque d'aucune utilité, car les périodes glaciaires ont justement pour caractéristique d'être très pauvres en restes organiques. En considérant donc toutes ces causes d'erreurs, il semble que le peu de faits que nous possédons suffit amplement à prouver l'existence d'anciennes périodes glaciaires dans les âges géologiques.

Les phosphates de chaux du nord de la France. — La question de la découverte et de l'utilisation des gisements de phosphate de chaux est une de celles qui intéressent le plus aujourd'hui tous ceux qui s'occupent de géologie appliquée. Aussi n'est-il pas étonnant de voir apparaître quantité de travaux sur ce sujet. M. Hitier (1) décrit spécialement les gisements si importants du nord de la France, qu'il range dans trois catégories.

Dans le Pas-de-Calais on rencontre, particulièrement à Pernes-en-Artois, une couche de nodules phosphatés qui peut atteindre 0,70 mètres et qui dose 20 p. c. d'acide phosphorique en moyenne. Cette couche est empâtée dans un sable glauconieux de la base de l'étage cénomanien. Le gisement s'étend sur environ deux cents hectares et renferme à peu près 600 000 tonnes de nodules.

Dans le département du Nord, on constate à la surface de la craie à *Micraster breviporus* des poches pouvant atteindre 1^{m},80 d'un sable phosphaté verdâtre titrant 20 p. c. d'acide phosphorique, et surmonté d'argile à silex. Cette couche phosphatée se montre sur une vaste étendue dans le Cambrésis.

Dans la Somme existe un gisement d'une importance capitale, puisque sa contenance est évaluée à 1 500 000 tonnes au moins de phosphate. La découverte de ce gisement a causé dans le

(1) *Annales de la science agronomique*, année 1889 (1er fascicule).

pays une véritable fièvre de phosphates, et les terrains phosphatés ont atteint rapidement une valeur fabuleuse, certains hectares ayant été payés jusque 500 000 francs.

Là en effet, à Beauval, à Orville, à Hardivilliers, etc., on constate dans la craie à *Belemnitella quadrata* des poches de sable phosphaté grisâtre ayant parfois jusque 30 mètres d'épaisseur et titrant 35 p. c. d'acide phosphorique.

A Hullencourt, le phosphate se présente dans les mêmes conditions, mais offre la particularité remarquable d'être compris entre deux assises de craie.

M. Hitier expose ensuite les méthodes d'extraction des phosphates, ainsi que les procédés de broyage, de séchage et d'enrichissement qui permettent de les livrer, soit immédiatement à l'agriculture comme produit directement assimilable, soit aux industries chimiques qui les transforment en superphosphates.

Parlant ensuite de l'enrichissement naturel des phosphates de la craie, M. Hitier l'attribue à l'action de sources chargées d'acide carbonique.

Période glaciaire. — M. Faye (1) s'élève contre l'opportunité de faire intervenir, dans l'explication des phénomènes glaciaires, des causes cosmiques inhérentes à l'état du Soleil.

Pour lui, les variations de ces causes cosmiques sont bien peu probables, et il lui semble bien plus naturel d'expliquer l'extension des glaciers par une surélévation des montagnes, qu'il croit très vraisemblable si l'on réfléchit que les montagnes ont dû jadis être recouvertes d'une couverture sédimentaire très épaisse. Grâce à cette surélévation, les montagnes seraient devenues de puissants condensateurs neigeux, mais en même temps les glaciers ainsi formés sont devenus d'énergiques agents d'érosion, rabaissant la cime des montagnes et limitant ainsi eux-mêmes leur faculté d'extension. Beaucoup de paléontologistes admettent d'ailleurs que la période glaciaire a pu apporter de grandes variations dans la vie organique d'un pays, sans pour cela influencer le reste du monde.

Quant à l'activité orogénique ayant produit cette surélévation des montagnes, M. Faye, suivant des idées qu'il a déjà émises ailleurs, l'attribue à un maximum de pression des parties situées sous les océans agissant sur les points faibles du globe. M. Faye prétend en effet que, sous les océans, la croûte terrestre se

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1889.

refroidit plus vite et s'épaissit par conséquent plus rapidement que le reste.

Relations entre les fractures de l'écorce terrestre et les tremblements de terre. — L'étude que M. Noguès (1) a faite de certaines régions séismiques et particulièrement du sud de l'Espagne lui permet de confirmer la relation entre les tremblements de terre et les failles. Dans les régions souvent ébranlées, où il existe plusieurs systèmes de failles, les tremblements de terre sont coordonnés à un de ces systèmes, et indépendants des autres. Lorsque des failles n'ont pas la même profondeur, elles ne communiquent pas avec la même région de l'écorce terrestre où gît la cause du tremblement de terre; elles ne montrent donc pas la même relation avec le phénomène. Réciproquemement, lorsque les failles sont coordonnées au même tremblement, c'est qu'elles ont la même profondeur.

X. Stainier.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE

—

Les Goths orientaux. — Le tome II du Congrès archéologique d'Odessa de 1884 vient de paraître, il y a quelques mois. Entre autres travaux intéressants, nous y relevons celui de M. C. G. Curtis qui répond à cette question : *De quelle nation étaient les étrangers venus de la Crimée, qui se présentèrent à Busbecq, ambassadeur allemand à Constantinople?* (2). M. Curtis pense que ces etrangers etaient des Varègues, les descendants de la garde byzantine dont parle Codinus *(De Officialibus palatii,* Ed. Bekker, 1839, chap. vi). Cette solution ne nous paraît pas heureuse.

L'opinion qui considère les députés de Crimée mis en contact avec Busbecq comme des Goths de la branche orientale est beaucoup plus probable (3). On peut même dire que les travaux de

(1) *Ibid.*

(2) Pp. 186-191.

(3) Voir dans Compte rendu du Congrès d'histoire et d'archéologie de Bruges, pp. 64-85, le travail de J. Van den Gheyn : *Auger Busbecq et les Goths orientaux.*

Grimm, Massmann, Mannhardt, Diefenbach, Förstemann, Kremer, Ihre et Tomaschek ont donné à la lettre de Busbecq sa vraie interprétation ethnologique. M. Curtis ne fait nulle mention de ces recherches. Toutefois, il a généralement bien expliqué les termes de cet idiome de Crimée fournis par Busbecq. Il y a erreur seulement pour *stul*, siège, qu'il rapproche du flamand *stole :* lire évidemment *stoel*, peut-être n'est-ce qu'une faute d'impression. Il y a défaut pour le mot *schwalth,* que M. Curtis n'identifie avec aucun mot des langues apparentées. Nous avons établi que c'est un participe de *swelten* " languir „.

Quant à la fameuse chanson guerrière de ce peuple, voici la transcription et la traduction qu'en donne M. Curtis. Elle n'est pas plus mauvaise que celles qui ont été proposées jusqu'à présent :

Wara = hurrah, *dol ou* = dis comment (angl. *tell how), scut a gira* = solde et armure, *galz* = (sont) d'or, *u* = comment, *hoem* = (ta) demeure, *is clept* = est appelée, *Dorbiza la* = la Chersonèse.

Ostiaques, Samoyèdes et Ziriènes. — M. Charles Rabot nous donne dans la *Revue d'ethnographie* (1) un excellent résumé des voyages de M. Sommier en Sibérie (2).

Les Ostiaques dont s'occupe M. Sommier sont les Ostiaques Ougriens du bassin de l'Obi, qu'il ne faut pas confondre avec ceux de l'Ienissei. Du reste, ce nom d'Ostiaques n'a pas de valeur ethnique : c'est un terme générique désignant la race indigène par opposition aux envahisseurs d'origine russe; il n'apparaît dans les Chroniques russes qu'au XVIe siècle, remplaçant celui de Iougriens. Jusque vers 1596, les Ostiaques étaient soumis aux Mogols; à partir de cette époque ils devinrent tributaires de la Russie.

On distingue les Ostiaques pasteurs, qui sont nomades et passent l'été sur les cimes de l'Oural et l'hiver sur les rives de l'Obi, et les Ostiaques pêcheurs, qui ne se déplacent que le long du fleuve. Ce peuple a deux sortes d'habitations, la *tchoum* pour l'été et la *iourte* pour l'hiver. La *tchoum* n'est autre chose que la *kota* finnoise; du reste, les Ostiaques l'appellent aussi *kot :* c'est un appareil conique, parfois prismatique, de perches, recouvert

(1) Mars-avril 1889, pp. 121-148.

(2) *Un estate in Siberia fra Ostiacchi, Samoiedi, Sirieni,* etc. — *Sirieni Ostiacchi e Samoiedi dell' Obi.* ARCHIVIO PER L'ANTROPOLOGIA E LA ETNOLOGIA, 1887.

d'écorce de bouleau. Quant à la *iourte,* établie sur le plan des habitations russes et tatares, c'est une cabane en bois, rectangulaire.

Nous renvoyons au travail de M. Rabot pour ce qui concerne l'habillement, l'administration et les conditions sociales des Ostiaques, pour donner quelques détails sur leur religion. Comme beaucoup de peuples circumpolaires, les Ostiaques païens sont shamanistes; leurs idoles sont de simples morceaux de bois, entaillés de traits grossiers; ces idoles se déposent dans les bois, qui servent ainsi de temples et deviennent sacrés. Les Ostiaques ensevelissent leurs morts dans une sorte de *iourte,* et comme ils s'imaginent que, dans l'autre monde, le défunt continue sa vie d'ici-bas, ils l'entourent de tous les objets dont il se servait.

Enfin, constatons avec MM. Sommier et Rabot que ce peuple n'est pas dénué de sentiment artistique. Il travaille ingénieusement l'écorce de bouleau et il est très musicien. M. Sommier fait aussi le plus grand éloge de ses qualités sociales.

Au point de vue ethnique, il n'y a guère de différence entre les Samoyèdes et les Ostiaques, et leur histoire s'est confondue longtemps. Séparés aujourd'hui des Ostiaques par l'habitat, les Samoyèdes occupent les *toundras,* ces immenses plaines nues et stériles qui bordent l'Océan Glacial depuis les rives de la mer Blanche jusqu'à l'est de l'embouchure de l'Ienissei. Les Samoyèdes sont pour la plupart nomades et habitent dans des *tchoums.* N'ayant pas de forêts comme les Ostiaques, ils placent leurs idoles sur quelque cap élevé de la côte. Eux aussi travaillent artistement le bouleau, mais ne possèdent pas d'instruments de musique.

Les Ziriènes sont nettement séparés des Samoyèdes et des Ostiaques; ils n'appartiennent pas à la même race, et leurs caractères physiques les rapprochent intimement des Finnois scandinavisés de la Laponie. Rien d'étonnant : les Ziriènes sont issus des Permiens de la Russie; mais ces derniers ont été en contact d'une part avec les Vikings et de l'autre avec les Varègues. En outre, la langue des Ziriènes accuse l'influence incontestable des idiomes norvégiens.

Peuple essentiellement commerçant, les Ziriènes ont monopolisé tout le trafic de la Sibérie septentrionale, au grand dam des Ostiaques et des Samoyèdes qu'ils exploitent sans merci. D'autre part cependant, il est certain que les Finnois, bien supérieurs aux peuplades qui les entourent, exercent une action civilisatrice heureuse. Ils rapprochent les Russes de leurs sau-

vages tributaires par les unions qu'ils contractent; et le métissage des Ziriènes, d'une part avec les Russes, de l'autre avec les Samoyèdes et les Ostiaques, ne tardera pas à effacer les divergences ethniques qui séparent encore ces diverses populations.

Les Livres sacrés de la Chine. — Mgr de Harlez poursuit avec une infatigable activité ses travaux de sinologie. Cette année, il s'est spécialement dévoué à l'étude des anciens rituels chinois (1). Pour l'ethnographie, ces recherches offrent un grand intérêt que nous allons essayer de mettre en relief.

L'*I-li*, c'est-à-dire les rites conformes aux règles, donne les usages de la vie sociale dans la Chine d'il y a vingt-cinq siècles. Il est plausible d'en placer la composition vers le xe siècle avant notre ère. Avec ses divers compléments, l'*I-li* se compose de deux parties, l'une désignée comme intérieure, la seconde comme extérieure, c'est-à-dire les principes et leur application. Le premier livre compte cinq parties : les rites de fête, ceux de la cour, les devoirs de l'hospitalité, les rites de deuil, les règles des sacrifices et de l'instruction. Dans le second livre, il y a deux sections consacrées aux vêtements de deuil, la troisième renferme des matières très diverses, puis viennent des tableaux indiquant par exemple l'arrangement des mets aux banquets, la position des sièges.

Le *Kia-li* est un manuel des rites domestiques dû au philosophe Tchou-hi, qui le composa au xiie siècle de notre ère. Voici les principaux sujets touchés dans ce rituel : la construction du temple des ancêtres, les règles de la vie domestique, devoirs du chef de famille, des enfants; cérémonies de la prise du bonnet viril, prise de l'épingle, fiançailles et mariage, rites du deuil, ensevelissement et enterrement, les sacrifices.

Mais le livre sacré par excellence des Chinois est le *Yih-King;* aux yeux des Chinois, c'est le principe de toute sagesse, le fondement de toute science, la base de toute doctrine. Toutefois, malgré le nombre considérable de commentaires qui se sont efforcés d'en pénétrer le sens (il y en a 1420 à la Bibliothèque impériale de Pékin), la lumière ne s'est pas faite sur ce livre incomparable. Jusqu'à présent, on avait considéré cet ouvrage

(1) Mgr de Harlez a publié dans le Journal asiatique l'*I-li, le plus ancien rituel de la Chine, son contenu et ses extraits;* dans la Bibliothèque orientale elzévirienne, le *Kia-li, livre des rites domestiques chinois de Tchou-hi,* et dans les Mémoires de l'Académie royale de Belgique, le *Yih-King, texte primitif, rétabli, traduit, commenté.*

comme un livre de divination. M. Terrien de Lacouperie, le premier, rompit avec cette tradition complètement erronée et qui avait abouti à des interprétations insensées.

Mgr de Harlez est parti de cette idée, et il a fait sur le Yih-King un travail de restitution très ingénieux. Retranchant tout ce qui ne cadre pas avec le fond essentiel, et qui est l'œuvre d'un interpolateur, de l'empereur Wen-Wang au XIIIe siècle, Mgr de Harlez recherche dans le texte antique les sentences qui pouvaient servir, dans la pensée des auteurs primitifs, aux usages généraux.

Les tribus berbères du Maroc. — Les Berbères de l'Afrique septentrionale ne forment pas, comme on pourrait se l'imaginer, un groupe ethnique partout semblable à lui-même, et entre le Berbère de l'Oasis de Siwah et celui du Rîf il y a autant et plus de divergence qu'entre un Portugais et un Roumain.

C'est à la démonstration de cette thèse que sont consacrés d'intéressants articles de M. Quedenfeldt dans le Journal de la Société ethnographique de Berlin (1).

Avant d'aborder directement son sujet, l'auteur étudie, d'après les savantes recherches de M. Charles Tissot, l'ancienne population de la *Mauritania tingitana* des anciens. Nous n'y relèverons que ce seul détail. Il ne paraît pas démontré que le nom des Berbères dérive du latin *barbari*, ce nom ayant été connu avant les Romains sous la forme de *Berâbir* ou *Brêber*.

On peut diviser les Berbères du Maroc en trois groupes principaux, ceux du nord qui occupent les rivages de la Méditerranée, ceux du centre, et ceux du sud qui habitent la partie occidentale de l'Atlas, la région comprise entre Mogador et Marrakesch et celle située entre l'Atlas et l'*Ouâd Draa*. Il y a en outre un certain nombre de colonies sporadiques. Cette division est essentielle; d'après M. Quedenfeldt, on n'en a pas jusqu'ici tenu suffisamment compte, même dans l'ouvrage récent de M. le vicomte Ch. de Foucauld (2), qui, sous ce rapport cependant, l'emporte sur ses devanciers.

Les Berbères du nord sont appelés *Ruâfa*, c'est-à-dire habitants du Rîf, montagnes appartenant au système de l'Atlas ; leurs principales tribus sont les Beni Buferah, les Beni Urjagel, les

(1) *Zeitschrift für Ethnologie*, 1888, t. XX, pp. 99-131, 146-161, pp. 210 et suiv.; 1889, t. XXI, pp. 81 et suiv.

(2) *Reconnaissance au Maroc*. Paris, 1888.

Tinssamân, les Beni Tusin, les Beni Ulischk, les Beni Saîd, les Gelâian, les Zeluân, les Kibdâna, les Beni Snassen et les Beni Bu-Segû. On sait peu de chose sur ces tribus inexplorées, et l'on ne possède pas d'observations personnelles et originales. Généralement, les Berbères du Rîf sont représentés comme des hommes de taille moyenne, mais musculeux et larges d'épaules; les cheveux blonds et les yeux bleus sont très fréquents chez eux.

Ces caractères anthropologiques ont servi de base à des théories aussi nombreuses que fantaisistes, qu'il serait long d'énumérer. M. Quedenfeldt croit pouvoir attribuer la persistance de ce type aux yeux bleus et aux cheveux blonds à un mélange avec les Vandales, émigrés d'Espagne vers 429. Cette induction peut avoir un fondement dans cette circonstance que, chez les Berbères du sud, il est impossible de rencontrer un seul individu blond, tandis qu'au nord la proportion est de deux cinquièmes.

Les Berbères du nord ne sont pas nomades; ils occupent dans de petits villages des maisons construites en pierre ou en bois. Le chiffre de la population n'est pas connu. M. Grey Jackson le fixe, un peu arbitrairement, à 200 000 hommes.

Au centre du Maroc, les tribus berbères sont désignées par M. Quedenfeldt sous le nom général de *Brêber:* elles se subdivisent en un nombre considérable de hordes et de familles. Ce second groupe, très puissant, peut mettre sur pied 30 000 combattants.

La partie méridionale de la région abrite une race, celle des *Schlöh,* qui par le type physique, la langue et le genre de vie se sépare profondément des *Ruâfa* du Maroc septentrional. M. de Foucauld les nomme *Chellaha,* et les indigènes se servent souvent de l'appellation de *Ssuâssa,* qui est celle de la ville de Mogador chez les Arabes. M. Quedenfeldt établit chez les *Schlöh* trois subdivisions : les tribus au nord du grand Atlas, celles qui errent entre l'Atlas et l'Anti-Atlas, et enfin celles qui peuplent le sud de l'Anti-Atlas. Nous ne pouvons entrer dans l'énumération et la description de ces différentes peuplades. M. Quedenfeldt en a soigneusement établi la statistique complète et le recensement le plus minutieux, à l'aide de toutes les sources, déjà nombreuses aujourd'hui, qui renseignent sur l'ethnographie du nord de l'Afrique.

Le peuple et la langue des Puls. — Les *Puls* (sing. *pul-o,* plur. *ful-be)* sont un peuple africain répandu sur une grande partie de l'Afrique centrale, depuis l'Adamawa à l'est jusqu'à la

partie de la côte occidentale située entre l'embouchure du Sénégal et la colonie de Sierra-Leone. Au Congrès des Orientalistes de Vienne, dont le compte rendu vient d'être publié récemment, M. Grimal de Guiraudon a fourni d'intéressantes données sur cette population (1).

Les Puls n'ont que deux agglomérations compactes, le Futa sénégalien et le Futa-Dyalon, mais on rencontre leurs bandes sur toute l'étendue du Soudan. Ils ont la peau assez claire, d'un brun rougeâtre; leurs cheveux sont crépus, sans être laineux, ce qui les distingue des nègres. Les deux tresses de cheveux qu'ils laissent pendre le long des tempes et des joues les fait ressembler d'une manière frappante aux Juifs de Galicie.

L'origine ethnique des Puls soulève des problèmes intéressants. Il est presque sûr qu'ils viennent de l'Orient, mais cette migration remonte à une époque très reculée. Leurs légendes primitives font mention de Moïse et d'autres personnages juifs jusqu'à Salomon: puis la tradition s'interrompt brusquement et ne reprend qu'avec la vie du Christ. Il y a là un indice pour admettre que les Puls furent en contact avec les Juifs jusqu'à l'époque de Salomon, et que plus tard les événements ne leur sont plus parvenus que très affaiblis, à cause de leur déplacement dans la région africaine. Si les Puls sont musulmans, le mahométisme n'a pas étouffé de vieilles croyances et a laissé persister des pratiques extérieures purement mosaïques.

Les indigènes se classent eux-mêmes dans la descendance de Cham. Ils rentrent donc ainsi dans le plan ethnographique de la Genèse dont on a exclu les nègres. M. Grimal de Guiraudon remarque avec raison que s'il est exact d'affirmer que la tradition du déluge ne se retrouve point chez les nègres qui parlent des langues à préfixes, il est moins rigoureux de prétendre qu'elle n'existe pas chez les autres. Il assure l'avoir rencontrée chez les Puls, les Mandingues, les Bambaras et d'autres peuplades de l'intérieur. Rappelons aussi que le nom de *Poûl* est cité dans un passage biblique reproduit par Josèphe, mais malheureusement sans indication précise qui permette d'affirmer qu'il n'y a point d'erreur de copiste.

Quoi qu'il en soit, M. Grimal de Guiraudon reste convaincu que les Puls, et peut-être aussi certains nègres soudaniens, sinon tous, sont venus de l'Asie qu'ils ont quittée assez tôt, mais cependant pas avant l'époque de Salomon.

(1) *Verhandlungen des VII internationalen Orientalisten-Congresses, aegyptisch-afrikanische Section*, pp. 74-95.

Les insulaires de l'archipel Gilbert. — L'ethnologie de l'Australie reçoit un précieux appoint par l'étude si consciencieuse que M. Parkinson consacre à ces insulaires (1). Voici les conclusions générales de ce travail : par les mœurs et les usages, les habitants de l'archipel Gilbert se rapprochent intimement des Polynésiens, et leur langue offre aussi bon nombre de réminiscences polynésiennes. Leurs traditions les font venir de *Tamoa,* c'est ainsi qu'ils désignent les îles Samoa. Toutefois, il y a d'autres divergences assez profondes pour autoriser l'hypothèse très plausible qu'ils sont le produit du mélange de deux races.

M. Parkinson a relevé soigneusement tous les usages de ces insulaires : il commence par les pratiques relatives à l'accouchement. Citons la curieuse coutume de conserver la partie coupée du cordon ombilical; plus tard, quand l'enfant est devenu jeune homme, elle est jetée à la mer avec des cérémonies et des festivités qui se prolongent pendant plusieurs jours. Le tatouage est assez généralement pratiqué, du moins en partie, et c'est la jambe qui est le plus souvent choisie pour recevoir cet ornement. Très compliqués, les rites funéraires aboutissent à l'enterrement. Mais, après quelques jours, le crâne est retiré, nettoyé, puis replacé dans la cabane, où on l'oint, on lui souffle de la fumée de tabac, on lui offre de la nourriture et on lui adresse la parole comme à une personne vivante.

Les sorciers jouent un grand rôle en temps de maladie et de guerre. Chaque parti a le sien. Ces insulaires commettent de grands excès dans la nourriture et la boisson; le lait de coco caillé et distillé leur offre un alcoolique dont ils ne se font pas faute d'user et d'abuser. La pêche fournit en grande partie aux besoins de l'alimentation. Très primitive, l'habitation est la hutte en bois recouverte de feuilles de palmier.

Il y a tout un panthéon dans la mythologie de l'archipel Gilbert; chaque famille a son dieu ou sa déesse. Pourtant on reconnaît une divinité suprême.

J. G.

(1) *Internationales Archiv für Ethnographie,* 1889, tome II, pp. 31-48, 90-106

VERTÉBRÉS.

—

Mammifères crétacés (1). — On a souvent reproché à la paléontologie, dit M. O. C. Marsh, l'illustre professeur de Yale College (New-Haven, États-Unis), de ne nous avoir rien fait connaître sur les Mammifères de la période crétacée, tandis que nous possédons des données assez précises sur un grand nombre de Vertébrés de cette période. Cette ignorance était, d'ailleurs, d'autant moins pardonnable qu'on a recueilli des petits Mammifères dans le jurassique (par conséquent, au-dessous) de l'Europe et de l'Amérique, et que dans le tertiaire (par conséquent, au-dessus) les Mammifères de toutes tailles sont abondants. D'autre part, l'étude des Mammifères jurassiques et des Mammifères tertiaires montre qu'il doit y avoir des formes intermédiaires entre eux, et c'est évidemment dans les couches crétacées qu'il faut les chercher. On les a donc cherchés pendant bien des années, mais sans succès.

Ainsi, la région des Montagnes Rocheuses était, par sa richesse en fossiles et la nature de ses terrains, toute désignée pour y pratiquer des fouilles. Dès 1856, le célèbre paléontologiste Leidy crut découvrir, dans ses dépôts crétacés, un Mammifère, auquel il donna le nom d'*Ischyrotherium antiquum*. Mais le fameux naturaliste de Philadelphie, E. D. Cope, démontra, en 1869, que ce soi-disant Mammifère n'était qu'un Reptile, et il modifia le nom en *Ischyrosaurus*.

En 1882, M. Cope lui-même pensa avoir mis la main sur un Mammifère crétacé. Il posséda d'abord une dent qu'il interpréta comme prémolaire, et lui donna le nom de *Meniscoëssus conquisitus*. Mais il reconnut depuis que cette soi-disant prémolaire n'était qu'une dent de Dinosaurien. Encore un Mammifère crétacé qui échappait ! Cependant, un peu plus tard, M. Cope réussit à se procurer des débris véritables de Mammifères crétacés : une molaire mal préservée et un fragment d'humérus. Il les figura en 1884. Mais ils restent sans nom, puisque le savant américain leur avait appliqué celui de *Meniscoëssus*, et que ce dernier appartient maintenant à un Reptile. Il n'en est pas moins vrai que l'honneur d'avoir, le premier, rencontré des Mammifères dans le crétacé est indiscutablement l'apanage de M. Cope.

(1) O. C. Marsh. *Discovery of Cretaceous Mammalia*. Americ. Journ. Sc. (Silliman), 1889, juillet et août.

M. Marsh, de son côté, a fait pendant longtemps, soit lui-même, soit par son personnel, de laborieuses recherches pour se procurer des Mammifères crétacés. L'année dernière, la formation de Laramie du Dakota et du Montana fut explorée, mais sans succès. Au printemps de cette année, on recommença dans les mêmes dépôts du Dakota et du Wyoming, mais plus systématiquement, et déjà on possède de quoi écrire un nouveau chapitre de la paléontologie. C'est M. J. B. Hatcher, assistant de M. Marsh, qui dirigea les fouilles et à qui on doit ces trésors.

La moisson consiste en non moins d'une centaine de pièces appartenant à des Mammifères crétacés. Ce sont des mâchoires, des dents, etc., presque toutes en excellent état de conservation. Elles proviennent de nombreux individus, tous de petite taille, et représentent pas mal de genres et d'espèces. M. Marsh en décrit plusieurs dans le travail que nous analysons.

Et d'abord, les restes en question proviennent, comme nous l'avons dit ci-dessus, de la formation typique de Laramie, soit en place, soit associés à d'autres fossiles tels qu'on ne peut douter de leur nature crétacée. C'est ainsi qu'ils sont accompagnés par des Dinosauriens (qu'on ne trouve jamais dans le tertiaire) de deux ordres différents, dans lesquels ils représentent plusieurs familles; par exemple, des Dinosauriens voisins de *Megalosaurus,* d'autres alliés à *Hadrosaurus* et deux espèces au moins de *Ceratops.* Les dépôts qui renferment tous ces restes sont saumâtres, ou d'eau douce, autant qu'on peut en juger par les Invertébrés fossiles qu'ils contiennent.

Beaucoup des Mammifères crétacés nouvellement découverts sont apparentés au groupe des *Allotheria,* fondé autrefois par M. Marsh (on sait que ce groupe renferme *Triglyphus, Tritylodon* et *Microlestes* du trias, et *Stereognathus, Plagiaulax, Bolodon, Allodon* et *Ctenacodon* du jurassique). Un genre même est, actuellement, impossible à distinguer de *Dryolestes.* Un autre genre ressemble à un Insectivore : ses dents ont la même forme générale que celles du *Tupaia* actuel. D'autres sont de petits Marsupiaux montrant des affinités avec les Marsupiaux tertiaires et actuels de l'Amérique.

Les Carnivores, les Rongeurs et les Ongulés paraissent avoir manqué complètement pendant la période crétacée. On ne trouve pas même les formes qu'on pourrait considérer comme leurs ancêtres. A moins, ajoute M. Marsh, que ceux-ci n'aient été des Insectivores. Or, c'est précisément l'opinion de l'illustre Huxley, que ces derniers sont le groupe-souche des Mammifères, et que

les Marsupiaux n'ont guère de primitif que leur grand nombre de dents et leur absence de placentation allantoïdienne.

Les Allothériens crétacés sont distincts des Marsupiaux. Quelques-uns au moins semblent plutôt se rapprocher des Monotrèmes, car on a trouvé un coracoïde isolé.

Voici maintenant l'énumération des Mammifères crétacés découverts par M. Hatcher pour M. Marsh : *Cimolomys* (voisin de *Tritylodon,* Owen, du trias du Cap de Bonne-Espérance ; taille d'une belette), *Cimolodon* (taille du rat), *Nanomys, Dipriodon* (taille du lapin), *Tripriodon* (dents ressemblant à celles de *Sterognathus* du jurassique ; taille du lapin), *Selenacodon* (un peu plus petit que le lapin), *Halodon* (intermédiaire entre *Ctenacodon* et *Plagiaulax* jurassiques ; une espèce de la taille de l'écureuil ; une autre de la taille d'un rat), *Camptomus* (un des plus grands Mammifères crétacés ; c'est lui qui rappelle les Monotrèmes), *Dryolestes* (genre déjà connu dans le jurassique ; espèce de la taille d'une taupe), *Didelphops* (voisin de la sarigue ; taille du lapin pour une espèce et du rat pour une autre), *Cimolestes* (encore voisin de la sarigue, mais de moins près ; taille de la belette pour une espèce et du lapin pour une autre), *Pediomys* (rappelle le *Tupaia* actuel ; taille de la souris), *Stagodon, Platacodon* (rappelle *Chrysochloris,* la taupe dorée, du Cap ; taille de la souris), *Oracodon, Allacodon* (allié au genre *Allodon* du jurassique).

Dinosauriens d'Europe et d'Amérique (1). — Le célèbre paléontologiste américain M. O. C. Marsh, que nous avons déjà eu l'occasion de citer souvent dans le présent fascicule de la *Revue des questions scientifiques,* a publié récemment une intéressante notice sur la comparaison des Dinosauriens américains et européens.

Les restes de Dinosauriens sont très abondants dans la région des Montagnes Rocheuses, particulièrement dans les dépôts d'âge jurassique, et pendant les dix dernières années, M. Marsh a formé une grande collection de ces Reptiles fossiles, dans le but de produire une œuvre d'ensemble sur tout le groupe. Cette œuvre comprendra plusieurs de ces volumes splendides, dont nous avons déjà deux admirables spécimens *(Odontornithes* et *Dinocerata),* et deux d'entre eux sont presque achevés.

(1) O. C. Marsh. *Comparison of the Principal Forms of the Dinosauria of Europa and America.* Americ. Journ. Sc. (Silliman), 1889.

Pour mener à bien un semblable travail, il était nécessaire d'examiner aussi les types européens, et M. Marsh a vu *tous* ceux de quelque importance. Pour notre part, nous avons eu l'honneur de le recevoir deux fois au musée de Bruxelles, où chaque fois il est resté plusieurs jours pour étudier les *Iguanodons* et vérifier nos mémoires sur ces animaux. Et nous savons que l'illustre paléontologiste était déjà venu, antérieurement à notre entrée au service du gouvernement belge, examiner le trésor de Bernissart.

Il procède donc, dans une notice préliminaire, à une comparaison des types américains et européens, dans les quatre ordres de Dinosauriens qu'il a établis : Sauropodes, Stégosauriens, Ornithopodes et Théropodes.

Le grand groupe que M. Marsh a appelé Sauropodes, et qui est représenté en Amérique par trois familles au moins, paraît rare en Europe. Presque tous les spécimens découverts dans l'ancien monde proviennent de l'Angleterre, et la plupart sont très fragmentaires; leur crâne n'est représenté que par un fragment de la mâchoire inférieure et des dents isolées, et quoique de nombreux ossements aient été recueillis, il en est peu de caractéristiques qui appartiennent certainement au même individu. Il résulte de ce qui précède que malgré l'abondance des noms, qui ne manquent pas, il y a peu de Sauropodes européens qui aient une diagnose sérieuse.

Dans la grande collection de Sauropodes réunie par M. Marsh en Amérique, il y a des restes de plus de cent individus où le crâne et beaucoup d'autres parties caractéristiques du squelette sont bien représentés. Ces restes doivent être groupés dans trois familles distinctes : *Atlantosauridæ, Morosauridæ* et *Diplodocidæ*. Peut-être même faudrait-il y ajouter les *Pleurocœlidæ*.

En ce qui concerne les formes européennes, M. Marsh observe :

1. Que les *Atlantosauridæ*, les plus gigantesques Dinosauriens américains, paraissent manquer en Europe.

2. Une famille alliée aux *Morosauridæ*, mais distincte, les *Cetiosauridæ*, serait assez abondante dans l'ancien monde.

3. Les *Diplodocidæ* manqueraient complètement dans ce dernier.

En Amérique, on connaît plusieurs crânes de *Brontosaurus*, *Morosaurus* et *Diplodocus*. Pareille donnée manque en Europe. C'est par le bassin qu'on a vu que les types de l'ancien monde étaient alliés aux *Morosauridæ*.

Les Sauropodes américains ont les membres de devant moins

semblables aux membres de derrière que les Sauropodes européens.

M. Marsh ajoute qu'il est douteux que, dans les Sauropodes, il y ait des formes génériquement identiques dans l'ancien monde et dans le nouveau monde. Pourtant, le soi-disant *Pelorosaurus Becklesii* semble être un *Morosaurus*.

Comme curiosité et pour montrer la difficulté de ces études, nous dirons encore qu'ayant trouvé, isolées, des pièces diverses d'un même type générique de Dinosaurien, on les a décrites comme appartenant à des êtres distincts sous les noms ci-après : *Cetiosaurus*, Owen, 1841 = *Cardiodon*, Owen, 1845 = *Pelorosaurus*, Mantell, 1850 = *Oplosaurus*, Gervais, 1852 = *Gigantosaurus*, Seeley, 1869 = *Bothriospondylus*, Owen, 1875 = *Ornithopsis*, Seeley, 1870 = *Eucamerotus*, Hulke, 1872 = *Ischyrosaurus*, Hulke, 1874 = *Chondrosteosaurus*, Owen 1876 !

Les Sauropodes européens, d'après les données actuelles, ne descendent pas au-dessous du lias et ne remontent pas plus haut que l'Upper Greensand. En Amérique, ils existent déjà dans le trias, sont très abondants dans le jurassique, et ne pénètrent pas dans le crétacé.

Un autre groupe de Dinosauriens, auquel M. Marsh a donné le nom de Stégosauriens, d'après le genre américain *Stegosaurus*, est bien représenté en Europe. Ses formes les plus anciennes y viennent du lias, et les plus récentes du crétacé.

Les Stégosauriens sont moins gigantesques que les Sauropodes et sont étroitement alliés aux Ornithopodes. Tous les membres du groupe avaient le corps protégé par une armure dermique plus ou moins complète.

Un des spécimens de Stégosauriens européens le plus parfaitement connu est l'*Omosaurus armatus*, décrit par sir Richard Owen, en 1875, et actuellement conservé dans les galeries du British Museum. Il provient du jurassique supérieur (kimmeridgien) de Swindon (Angleterre). Le crâne manque, il est vrai, mais les autres parties importantes du squelette sont conservées. M. Marsh est d'avis qu'*Omosaurus* est identique avec *Stegosaurus*, et comme le premier de ces noms est déjà employé dans un autre sens, *Omosaurus armatus* devrait s'appeler, au moins provisoirement, *Stegosaurus armatus*.

Les autres genres européens : *Hylæosaurus*, Mantell (wealdien), *Polacanthus*, Hulke (wealdien), *Acanthopolis*, Huxley (crétacé) et *Scelidosaurus*, Owen (lias) ne sont pas représentés en Amérique et garderaient leur autonomie.

Le troisième groupe de M. Marsh, les ORNITHOPODES, est représenté en Europe par l'*Iguanodon* et ses alliés. J'ai déjà parlé trop souvent de l'Iguanodon dans cette *Revue,* pour insister encore sur cet animal.

Hypsilophodon, Mochlodon, Vectisaurus, Orthomerus, Sphenospondylus, etc., sont les autres formes européennes, dont la première est seule bien connue.

Aucun de ces types n'existe en Amérique. Mais les *Iguanodontidæ* sont représentés en Amérique par les *Camptosauridæ : Iguanodon* correspond à *Camptosaurus; Hypsilophodon* à *Laosaurus.*

Selon M. Marsh, les Ornithopodes européens sont moins spécialisés que les Ornithopodes américains.

A l'est et à l'ouest de l'Atlantique, ces Ornithopodes se trouvent dans le jurassique et dans le crétacé.

Les Dinosauriens carnivores ont tous été renfermés dans un groupe, les THÉROPODES, par M. Marsh. Ce grand groupe est bien représenté en Europe et en Amérique, dans le trias, le jurassique, où ses membres sont abondants, et dans le crétacé, où il décroît d'abord, puis s'éteint.

Le type des Théropodes est le Mégalosaure *(Megalosaurus),* qui fut le premier Dinosaurien connu. Quoique ses restes ne soient pas rares en Europe, ils sont toujours si fragmentaires, que beaucoup de points de son ostéologie sont encore obscurs.

Les plus anciens Théropodes européens sont *Thecodontosaurus,* Riley et Stutchbury (1836) et *Plateosaurus,* von Meyer, 1837, tous deux du trias. Le premier provient de l'horizon inférieur, près de Bristol, en Angleterre ; le dernier du keuper de l'Allemagne.

Zanclodon, Plieninger (1836), vient du même horizon que *Plateosaurus* et est peut-être identique avec lui.

Massospondylus, Owen (1854), du trias de l'Afrique australe, est voisin de *Thecodontosaurus.*

Le plus proche allié américain de ces formes est l'*Anchisaurus* du *Connecticut River Sandstone.*

Le Théropode européen le plus intéressant est le *Compsognathus longipes*, décrit, en 1861, par Wagner : c'est un Dinosaurien carnivore minuscule. Un seul spécimen en est connu ; il provient des schistes lithographiques de Solenhofen, et est actuellement conservé dans le musée de Munich. Le squelette de l'animal, comprenant le crâne, est presque entier. On ne connaît pas de proche parent à ce Reptile en Europe. Le type américain qui en

est le moins éloigné est *Hallopus victor,* décrit par M. Marsh en 1881 ; il provient du Colorado. Il a, à peu près, la taille du *Compsognathus* et lui ressemble en plusieurs points. Il est, géologiquement, probablement un peu plus ancien. Comme pour le *Compsognathus,* on n'en connaît qu'un seul spécimen.

Le représentant américain de *Megalosaurus* est *Allosaurus,* décrit par M. Marsh en 1877. Il provient du Colorado et on l'a extrait de couches jurassiques un peu plus récentes que celles contenant, en Europe, *Megalosaurus.* Son squelette est connu presque en entier.

Labrosaurus est un autre Dinosaurien carnivore américain. M. Marsh l'a fait connaître en 1877. Ses mâchoires étaient édentées en avant.

Le Théropode américain le plus parfaitement connu et, de beaucoup, le plus intéressant, est *Ceratosaurus,* fondé par M. Marsh en 1884. Le crâne et presque toutes les autres parties du squelette en ont été recueillies : ces pièces étaient associées et dans la position qu'elles devaient occuper lors de la mort de l'animal, comme dans le cas des Iguanodons de Bernissart.

La tête portait une corne sur le nez, dans le plan médian, comme chez le Rhinocéros. Tous les os du bassin sont coossifiés, et les métatarsiens sont unis comme chez les Oiseaux.

Les quatre grands groupes de Dinosauriens sont donc bien représentés en Europe et en Amérique. Quelques familles même de chaque ordre ont de leurs membres sur les deux continents. Par contre, comme nous l'avons dit plus haut, il n'est pas certain qu'aucun genre du nouveau monde existe dans l'ancien.

Quelques Dinosauriens asiatiques et africains ont également été décrits. L'Afrique, par ce qu'elle a fourni, permet d'espérer beaucoup en matière de Dinosauriens : les Stégosauriens et les Théropodes y sont représentés.

On ne connaît encore actuellement aucun Dinosaurien d'Australie, mais cette île en donnera bien certainement quelque jour, car les Reptiles dont il s'agit ont été les animaux terrestres dominants pendant les temps mésozoïques.

Les Proboscidiens (1). — Les Proboscidiens, dit M. Cope, sont des Ongulés, dont la seconde rangée du carpe n'a pas subi un glissement de dehors en dedans, qui aurait fait alterner ses os

(1) E. D. Cope. *The Proboscidia.* American Naturalist. Avril 1889.

avec ceux de la première ; dans lesquels la seconde rangée du tarse alterne avec la première, à cause du chevauchement du naviculaire sur le cuboïde ; dont les dents sont des modifications du type quadrituberculaire ; et dont les canines sont absentes.

A ces caractères généraux s'en ajoutent d'autres moins importants, particuliers aux types vivants, caractères qui les rendent peut-être, selon le naturaliste de Philadelphie, les plus remarquables des êtres actuels.

Tous ces caractères sont le résultat d'une longue évolution. Pourtant, et c'est une des choses les plus curieuses en paléontologie, l'ordre des Proboscidiens ne fait pas son apparition avant le miocène moyen, et la plupart des formes ne se montrent point avant le miocène supérieur. Qu'il existât antérieurement et qu'il tire son origine d'un Ongulé condylarthre de l'éocène, c'est ce dont on ne peut douter, d'après M. Cope ; mais les formes intermédiaires sont actuellement tout à fait inconnues ; et la phylogénie de l'ordre reste obscure. Cela est, d'ailleurs, d'autant plus extraordinaire que le plus ancien Proboscidien connu *(Dinotherium)* ne comprend qu'une espèce colossale, et que ses ancêtres ne peuvent, dès lors, avoir été minuscules. La souche du groupe est peut-être à chercher dans *Phenacodus,* mais quel hiatus à combler pour le rattacher au *Dinotherium !*

C'est probablement en Asie, ou dans l'hémisphère austral, qu'on trouvera les ancêtres des Éléphants. L'Amérique du Sud, cependant, ne donnera sans doute pas grand chose, car les recherches continuelles de Burmeister, Ameghino et Moreno n'ont pas fourni de Proboscidiens antérieurs au pliocène. L'Asie et l'Afrique n'ont rien livré jusqu'à présent non plus, mais il est juste de dire que les formations géologiques appropriées n'ont pas été explorées.

Comme les terrains tertiaires anciens de l'Europe et des deux Amériques ne nous ont pas mis en possession des ancêtres des Proboscidiens, il est vraisemblable que les types de cet ordre, découvert dans les régions susmentionnées, sont des immigrants de l'Asie ou de l'Afrique.

Il y a deux familles de Proboscidiens :

1. Les *Dinotheriidæ,* dont la dentition de l'adulte comprend des molaires et des prémolaires. Elle manque d'incisives supérieures.

2. Les *Elephantidæ,* dont la dentition de l'adulte ne comprend qu'une ou deux vraies molaires. Il y a des incisives supérieures.

Les *Dinotheriidæ* ne contiennent qu'un genre et quatre espèces,

quoique le *D. sindiense* de M. R. Lydekker, l'excellent et infatigable paléontologiste anglais, puisse appartenir à autre genre.

Le *Dinotherium indicum* n'est connu que par quelques dents. Il fut décrit par Falconer. C'est le plus grand Dinotherium.

Le *Dinotherium giganteum* de Kaup se rencontre dans plusieurs dépôts miocènes de l'Europe. C'est un des plus grands Mammifères terrestres, son fémur dépassant en volume celui de n'importe quel animal de cette classe. Les incisives supérieures sont robustes et cylindriques. Elles sont recourbées, de même que la symphyse mandibulaire, disposition qui devait être excellente pour renverser les arbres en les attaquant par la racine ou pour abaisser leurs branches. La fosse temporale du *Dinotherium* est latérale, et le sommet de la tête est plat. La région prémaxillaire, quoique privée de dents, est proéminente et les os du nez ne font pas saillie en avant. Le tronc doit avoir été court. Le crâne mesure environ $1^{m},10$ de long.

Chez *Dinotherium*, d'après l'illustre paléontologiste américain, toutes les molaires et les prémolaires ont deux crêtes transversales, sauf la première (postérieure) prémolaire et son précurseur de lait, qui en ont trois.

Les *Elephantidæ* comprennent les genres suivants :

I. Incisives inférieures et prémolaires présentes.	
1. Incisives supérieures avec ruban d'émail.	*Tetrabelodon*, Cope.
II. Des prémolaires, mais, normalement, pas d'incisives inférieures.	
1. Molaires intermédiaires isomères ; incisives supérieures avec ruban d'émail	*Dibelodon*, Cope.
2. Molaires intermédiaires isomères ; incisives supérieures sans ruban d'émail	*Mastodon*, Cuv.
3. Molaires intermédiaires hétéromères; incisives supérieures sans ruban d'émail	*Emmenodon*, Cope.
III. Pas de prémolaires, ni d'incisives inférieures.	
1. Molaires intermédiaires hétéromères; incisives supérieures sans ruban d'émail.	*Elephas*, Lin.

Les caractères ci-dessus, dit l'éminent paléontologiste de Philadelphie, sont suffisants pour distinguer les divers genres. Pourtant, on ne les a guère utilisés. Cela provient de deux causes. La première, c'est que, chez les fossiles, il est difficile de vérifier ce qui est relatif aux prémolaires, car il est rare qu'on puisse obtenir de jeunes individus. La seconde, c'est qu'on répugne à abandonner la classification de Falconer. Comme on le sait, ce savant paléontologiste prenait comme caractères génériques le nombre des crêtes transversales des molaires, la profondeur des vallées intermédiaires et la proportion de cément qui les comblait. Mais cette classification est insuffisante, puisqu'elle néglige les caractères importants dont se sert M. Cope. Au surplus, comme un naturaliste particulièrement compétent, M. R. Lydekker, le fait remarquer, les faits relevés par Falconer ne suffisent pas à fournir des diagnoses précises. Ainsi, le distingué paléontologiste du British Museum observe, en ce qui concerne le genre *Elephas,* que dans la classification de Falconer, il n'y a pas de séparation tranchée avec le genre *Mastodon;* que la distinction des deux repose sur de simples convenances personnelles.

L'étude des molaires des *Elephantidæ* est curieuse ; elle a été poursuivie surtout par Falconer, sir Richard Owen et M. R. Lydekker.

Il y a probablement des molaires de lait chez toutes les espèces; et elles sont généralement au nombre de trois.

La molaire de lait postérieure a le même nombre de crêtes transversales que la prémolaire postérieure qui lui succède immédiatement.

Le nombre de crêtes va en diminuant, quand on se dirige vers la première de la série.

Il y a deux ou trois prémolaires chez presque tous les *Elephantidæ,* quoique chez *Elephas* lui-même elles aient disparu.

Chez toutes les espèces, elles tombent pendant la vie pour faire place aux vraies molaires.

Comme ces dernières sont très grandes et que les mâchoires sont très courtes antéro-postérieurement, une seule (ou au plus deux) peut être en usage à la fois.

Dans beaucoup d'espèces, la dernière molaire dépasse tellement les autres en volume qu'elle occupe la mâchoire entière et que les autres molaires tombent pour lui faire place.

Dans les genres *Tetrabelodon, Dibelodon* et *Mastodon,* la dernière prémolaire, ainsi que la première et la seconde vraies

molaires sont isomères, c'est-à-dire ont le même nombre de crêtes transversales. Dans les genres *Emmenodon* et *Elephas*, elles sont hétéromères ; c'est-à-dire que le nombre de crêtes transversales croît d'avant en arrière, dans la série des molaires.

Il est évident que les Proboscidiens primitifs, dit M. Cope, avaient des incisives dans les deux mâchoires, et que ces incisives possédaient plus ou moins le revêtement d'émail habituel de ces autres dents chez la plupart des autres Mammifères. Les Proboscidiens primitifs avaient, de même, quatre prémolaires comme *Dinotherium*.

Selon le célèbre professeur de Philadelphie, les Proboscidiens primitifs auraient donné naissance : d'une part, à *Dinotherium ;* d'autre part, à *Tetrabelodon*. Celui-ci, à son tour, aurait fourni *Dibelodon* et *Mastodon*. Enfin, ce dernier aurait produit *Emmenodon,* qui aurait engendré *Elephas*.

Dans chacun des genres, *Tetrabelodon, Dibelodon, Mastodon,* des modifications secondaires des molaires permettent de grouper les espèces. Ainsi, les crêtes transversales peuvent être simples, ou divisées en tubercules primaires. Les vallées entre les crêtes peuvent être libres ou être comblées, soit par une seule, soit par plusieurs rangées de tubercules secondaires, soit par épaississement, gonflement, des tubercules primaires.

Les espèces d'*Emmenodon* et d'*Elephas* qui ont un petit nombre de crêtes transversales, chez lesquelles ces crêtes sont peu élevées et dont les vallées sont occupées par un dépôt peu épais de cément constituent le genre *Stegodon* de Falconer.

Les autres espèces de ces deux genres ont les crêtes nombreuses et élevées, et les vallées sont comblées par du cément.

Chaque type de molaire de *Tetrabelodon, Dibelodon* et *Mastodon* a des représentants dans les contrées où les genres sont représentés : Amérique du Nord, Europe et Inde.

Voici la distribution stratigraphique des espèces américaines :

Quaternaire.

Mastodon americanus.

Elephas primigenius (moins abondant) = Mammouth.

Pliocène.

Elephas primigenius (plus abondant).

Tetrabelodon serridens.

Dibelodon Shepardi.

Miocène supérieur (Couches de Loup Fork).

Tetrabelodon euhypodon.

Tetrabelodon productus.
„ *angustidens.*
„ *campester.*
Mastodon mirificus.
COUCHES A TICHOLEPTUS.
Tetrabelodon brevidens.

Tetrabelodon brevidens est la plus ancienne espèce américaine du genre. Son type de molaire est très simple : sa dernière molaire supérieure n'a que trois crêtes transversales et un talon, nombre plus faible que dans aucune autre espèce du genre. La dent est large et les crêtes sont basses ; celles-ci sont bien divisées, au milieu, par une fissure. Leurs bords sont entiers, mais obtus.

Chez le *Tetrabelodon angustidens,* Cuv., nous voyons les crêtes des molaires composées de tubercules coniques distincts mais serrés. Les vallées sont plus ou moins interrompues par des tubercules. Cette espèce est la plus abondante et aussi la plus largement répandue géographiquement des *Elephantidæ,* puisqu'elle s'étendait de l'Inde au centre de l'Amérique du Nord, à travers l'Europe. M. Cope en possède une mâchoire inférieure de $1^{m},08$ de long avec une symphyse de $0^{m},42$.

Mastodon americanus est le mieux connu et le plus récent des Éléphants américains. C'est une des plus grandes espèces, et, après *Tetrabelodon brevidens,* elle a la dentition molaire la plus simple des *Elephantidæ.* La symphyse de la mâchoire inférieure est courte et recourbée. Le crâne est plus large et moins élevé que celui du Mammouth ; les défenses sont aussi plus courtes et moins recourbées. Le Mastodonte américain fut très abondant, pendant la période quaternaire, dans toute l'Amérique du Nord, d'un océan à l'autre, et descendait vers le sud jusqu'au Mexique, quoiqu'il n'ait pas encore été récueilli dans ce dernier État. On trouve ces restes, ordinairement, dans des marais, associés à ceux d'espèces actuelles de Mammifères, et avec l'*Equus fraternus* et le *Bos latifrons.* Des restes de sa nourriture végétale ont été trouvés entre ses côtes, et ont montré que, comme le Mammouth, il se nourrissait de rameaux et de feuilles.

Il est bizarre que le Mastodonte américain, celui de tous les Éléphants dont la dentition est la plus simple, après le *Tetrabelodon serridens,* apparaisse le dernier dans le nouveau monde : mais il doit être regardé comme un immigrant venant de l'ancien.

Elephas primigenius, Blumenbach, le Mammouth, occupa un

jour toute l'Amérique du Nord, y compris le Mexique. Ses restes se rencontrent dans le pliocène supérieur de l'Orégon et dans le pliocène du Mexique. C'est aussi un immigrant venant de l'Asie.

Gigantesque Dinosaurien cornu du crétacé (1). — *Triceratops horridus* a,outre une paire de cornes sur le sommet du crâne, une troisième corne impaire sur le nez ; cette dernière est placée à l'extrémité des os nasaux, qui sont soudés afin de lui offrir un plus ferme appui.

Les prémaxillaires, édentés, fortement comprimés antérieurement, sont soudés ensemble et avec un troisième os situé en avant, qui correspond à mon os présymphysien au-dessous ; ils forment un bec qui se projette comme celui d'une tortue.

L'os antérieur aux prémaxillaires pourrait être désigné, d'après M. Marsh, sous le nom d'os rostral. Il serait homologue de l'ossification prénasale du porc et des *Dinocerata*, ces gigantesques Mammifères cornus, auxquels l'illustre professeur de New-Haven a consacré une si belle monographie.

Triceratops a une énorme crête occipitale se projetant en arrière et en dehors.

Les rameaux de la mandibule sont massifs et réunis en avant par l'os présymphysien, qui est pointu antérieurement et montre des traces de la corne qui le recouvrait. Indépendamment du bec corné, le crâne paraît avoir eu *deux mètres* de long.

Les Dents de l'Ornithorhynque (2). — Dans la séance du 9 février 1888 de la Société royale de Londres, M. E. Poulton a fait part à ce corps savant de sa découverte de la présence de dents véritables chez l'Ornithorhynque, découverte qui fit naturellement grand bruit dans le monde scientifique.

Ultérieurement, le même auteur publia un travail étendu sur la forme, la structure et le développement de ces dents et leurs relations avec les plaques cornées (ou *cornules,* comme M. O. Thomas, l'excellent mammalogiste du Bristish Museum, propose de les nommer) qui forment l'appareil masticatoire de l'adulte.

Les conclusions de M. Poulton étaient les suivantes :

1. L'Ornithorhynque a des dents, et ces dents, par leur forme et par leur structure, sont des dents typiques de Mammifères.

(1) O. C. Marsh. *Notice of Gigantic Horned Dinosauria from the Cretaceous.* Americ. Journ. Sc. (Silliman). 1889, août.

(2) O. Thomas. *On the Dentition of Ornithorhynchus.* Proc. Roy. Soc. London. Vol. XLVI. 1889.

2. Ces dents sont des organes n'ayant plus actuellement aucune fonction. Elles reproduisent un état antérieur de l'Ornithorhynque, vérifiant une fois de plus le principe : l'Ontogénie répète la Phylogénie. Elles disparaissent, d'ailleurs, par résorption, sans jamais percer la gencive.

3. Les cornules se développent aux dépens de l'épithélium buccal qui est superposé aux dents et tirent leur forme du relief des dents sous-jacentes.

M. O. Thomas reprend aujourd'hui la même question. Nous allons résumer son travail.

Le fait fondamental de la découverte de dents chez les Monotrèmes, dit-il, appartient sans conteste à M. Poulton. Mais, comme les spécimens examinés par lui étaient fort jeunes, les conclusions 2 et 3 exposées ci-dessus demandent à être partiellement modifiées.

Il faudrait, d'après le naturaliste du British Museum, dire :

2. Les dents ont une fonction pendant une partie considérable de la vie de l'animal; elles percent les gencives, comme d'ordinaire ; et après usure par les aliments et le sable qui les accompagne, elles tombent comme nos dents de lait.

3. Les cornules se développent assurément aux dépens de l'épithélium buccal, mais non au-dessus des dents. C'est, au contraire, en dessous qu'elles se forment, et leur ornementation reproduit la trace des alvéoles.

Le matériel sur lequel M. Thomas base sa déduction est le suivant :

1. Le crâne, extrait de la peau, d'un jeune Ornithorhynque mâle de $0^{m},30$ environ de longueur totale, c'est-à-dire, ayant atteint à peu près le tiers de sa croissance.

2. Celui d'une jeune femelle (conservée en alcool) un peu plus petite, mais sans doute plus âgée, puisqu'il s'agit d'une femelle.

Il y aurait, en haut et en bas, de chaque côté, deux grandes dents; longueur : 4 millimètres; largeur : 2,5 millimètres.

D'autre part, il n'existerait aucun Mammifère, ni aucun Reptile, qui aurait des dents tout à fait semblables à celles de l'Ornithorhynque. L'étude de ces dents tendrait pourtant à prouver, comme M. E. D. Cope l'a suggéré, que les Mammifères mésozoïques sont bien plus des Monotrèmes que des Marsupiaux.

L. Dollo.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CIX, juillet, août, septembre 1889.

N° 1. **Colladon** a fait observer, dès 1879, que la durée de l'éclair n'est pas instantanée. En effet, on peut parfois constater, à la lueur de l'éclair, le sens du mouvement des arbres agités par le vent ou voir un train de chemin de fer se mouvoir. **Ch. Ed. Guillaume** vient de publier un *Traité pratique de thermométrie de précision* où il fait connaître les lois des erreurs que comporte le thermomètre à mercure et les moyens de les éviter. Autrefois, la mesure d'un intervalle un peu étendu de température, même entre zéro et cent degrés, pouvait comporter une incertitude de deux à trois dixièmes de degré. Maintenant les lois des erreurs ont été démêlées, l'influence des anomalies réduite ou éliminée, le mode de construction et les méthodes d'observation ont été perfectionnés à tel point que l'incertitude est devenue cent fois moindre.

N° 2. **Darboux** et **Königs** font connaître deux appareils nouveaux de mécanique, l'un donnant une représentation du mouvement d'un corps solide tournant librement autour de son centre de gravité; l'autre, permettant de décrire un plan dans l'espace au moyen de tiges articulées. Celui-ci est fondé sur le théorème suivant : " Si trois points d'une tige de longueur invariable décrivent trois sphères dont les centres soient sur une

même droite, tout autre point de la tige décrit aussi une sphère dont le centre est sur la droite et correspond homographiquement au quatrième point de la tige. Pour une certaine position du quatrième centre, le quatrième point de la tige décrit un plan. **Levasseur** : En France, au XVIIIe siècle, il y avait plus de naissances qu'aujourd'hui, par 1000 habitants, mais la mortalité des enfants était plus forte. En 1762, sur 1000 habitants, il y en avait 350 âgés de moins de quinze ans (comme en Prusse et en Angleterre, il y a vingt ans); en 1886, il n'y en a plus que 269.

N° 3. **Gouy** : Le mouvement brownien, seul de tous les phénomènes physiques, nous rend visible un état constant d'agitation interne des corps, en l'absence de toute cause extérieure. — On vient de publier le tome deuxième des *Œuvres complètes de* **Huygens**, contenant sa *Correspondance* de 1657 à 1659.

N° 4. **Courmont** a trouvé un nouveau bacille, d'origine bovine, produisant la tuberculose; les produits qu'il fabrique dans l'organisme, loin de vaccciner l'animal à qui on les inocule, préparent au contraire le terrain pour la pullulation du microbe. Arloing soupçonne qu'il en est de même pour le bacille de Koch.

N° 5. **G. H. Roger** : Parmi les produits microbiens, il en est qui diminuent la résistance des animaux aux maladies infectieuses.

N° 6. **Berthelot** et **Moissan**. La chaleur de combinaison du fluor gazeux avec l'hydrogène est de 37,6 calories; en dissolution, on trouve 49,4 calories. Ces nombres permettent d'expliquer les propriétés chimiques si remarquables du fluor. **A. Nodon** : Les radiations solaires, en rencontrant un conducteur isolé (métal ou charbon), communiquent à ce conducteur une charge électrique positive, dont la grandeur croît avec l'intensité des radiations solaires, décroît avec l'état hygrométrique de l'air. Le passage des nuages devant le soleil fait cesser le phénomène.

N° 7. **de Quatrefages** vient de publier la seconde partie de son *Introduction à l'étude des Races humaines* (Paris, A. Hennuyer, 1889. Un vol. gr. in-8°; 441 figures dans le texte, 4 planches et 7 cartes). Les trois types humains fondamentaux, blanc, jaune et noir se sont développés autour du grand massif central asiatique, le blanc à l'ouest (Asie occidentale, Europe, nord de l'Afrique), le jaune à l'est, le noir au sud où le besoin d'expansion l'a conduit à droite en Afrique au sud des blancs (Protosé-

mites), à gauche en Mélanésie. L'Amérique (primitive) a surtout des populations se rattachant au type blanc (allophyle) et au type jaune ; l'Océanie, où le type blanc (allophyle) domine en Polynésie, le noir en Mélanésie, a reçu, en Malaisie, un apport considérable de race jaune. Dans la race blanche, on doit distinguer trois types secondaires, le finnois, le sémitique et l'aryan, outre un groupe allophyle qu'il faut en séparer. Les cinq ou six races fossiles de l'Europe se rattachent à deux branches différentes : les hommes de Grenelle, de la Lesse et de la Truchère vont à la branche finnoise ; ceux de Cro-Magnon et de Canstadt, à la branche allophyle. Les deux races fossiles américaines appartiennent au type jaune : celle des Pampas à la branche sibérienne, celle de Lagoa Santa à la branche américaine dont les Esquimaux sont le type. Presque partout les races sont mêlées; aussi les Noirs de l'Inde, par leurs alliances avec les envahisseurs jaunes et blancs, ont donné naissance aux populations dravidiennes qui passent par nuances insensibles aux trois types fondamentaux. **C.-H.-H. Spronck,** en étudiant le poison diphtérique, a confirmé les travaux antérieurs de Roux et Yersin et donné de nouvelles preuves que le bacille de Klebs est la cause de la diphtérie.

N° 8. **Berthelot** a fait des expériences sur le rôle de l'électricité dans la fixation de l'azote par les végétaux. Les gains d'azote opérés sous l'influence de la végétation ont été constamment plus forts avec les vases électrisés qu'avec les vases non électrisés, et cela sous cloche aussi bien qu'à l'air libre. La même conclusion résulte des essais exécutés sur la terre nue, c'est-à-dire pourvue de ses microbes, mais exempte de végétaux supérieurs. **Gautier** est arrivé à des résultats analogues, mais moins précis, par une autre méthode. **Faye** explique comme il suit la période glaciaire : Sous les mers, à toutes les époques, le refroidissement du globe a marché plus vite et plus profondément que sous les continents. L'excès de poids de la croûte terrestre sous-marine a soulevé, par transmission de pression, les parties faibles de la croûte terrestre continentale, particulièrement pendant la période tertiaire. Les massifs élevés ainsi produits, par une action lente, ont gardé à l'origine leurs revêtements sédimentaires. En supposant ces couches de 800 à 1000 mètres, cette surélévation aura suffi pour faire de ces massifs (les Alpes primitives) un centre de condensation et d'accumulation de neiges glaciaires plus puissant qu'aujourd'hui. Ces neiges et ces glaciers ont eu une influence considérable sur la température locale ; fondues

par l'action du soleil, elles ont donné lieu aux grands courants de cette époque, et ainsi enlevé par érosion les terrains de sédiment. Peu à peu les massifs se sont réduits à leurs squelettes gneissiques sur lesquels le mouvement des glaces actuelles exerce si peu d'action. Les vastes glaciers primitifs ont ainsi travaillé à se détruire, ou du moins à se restreindre aux dimensions qu'on leur voit maintenant. **Vandermensbrugghe** fait connaître une série de faits inexplicables dans la théorie capillaire de Laplace, et constituant tous des conséquences immédiates de la tension superficielle des liquides. **G. Carlet** : Il y aurait avantage, dans les dessins anatomiques, à supposer l'animal placé la tête en haut, la face ventrale en avant et de représenter le côté gauche plutôt que le droit, quand il s'agit d'organes symétriques. **Montessus** : Les séismes n'ont aucune relation avec la position de la Lune par rapport au méridien.

N° 9. **F. Tisserand** : Le calcul montre qu'il ne peut guère y avoir de points radiants stationnaires pour les étoiles filantes.

N° 10. **Mascart** fait connaître les nouvelles définitions adoptées par le Congrès international des électriciens : le *joule*, le *watt*, le *quadrant* pour les coefficients d'induction, la *fréquence*, l'*intensité efficace* et la *force efficace* d'un courant alternatif, la *résistance apparente* d'un circuit et la *bougie décimale*. **P. Poirier**, en éclairant l'intérieur de la vessie à l'aide d'un cystoscope, parvient à introduire facilement la sonde dans les uretères.

N° 11. **Berthelot** fait l'historique des travaux récents, qui, à la suite de ses recherches, ont mis hors de doute le fait fondamental de la fixation de l'azote libre de l'atmosphère, par le concours des matières minérales et des êtres vivants. Dans le cours de ces recherches, il a trouvé incidemment que la terre et les plantes émettent de l'ammoniaque et des corps azotés volatils, en petite quantité, mais peut-être très nuisibles et analogues aux ptomaines. **Ch. Guignet** et **L. Magne** : Les verriers du moyen âge ont obtenu les tons harmonieux à l'éclat vif et doux de leurs verres, en combinant deux verres différents de manière à produire des réflexions et réfractions variées des rayons lumineux qui les traversaient.

N° 12. **W. Thomson** fait connaître un assemblage mécanique de points ayant les principales propriétés de l'éther des physiciens. **M. Deprez** : On est parvenu à réaliser pratiquement la transmission électrique de la force à Bourganeuf, où l'on a utilisé une chute d'eau située à quatorze kilomètres pour l'éclairage électrique de la ville. **E. Mathias** : Il est très probable qu'au

point critique, pour l'acide carbonique, la chaleur latente est rigoureusement nulle.

N° 12. **Phillipps.** Au Congrès international de mécanique, on a émis le vœu d'employer le mot *force* uniquement pour désigner un effort, *travail* pour le produit d'une force par le chemin que décrit son point d'application sur sa propre direction, *puissance* pour le quotient du travail par le temps employé à le produire. Les unités sont le *kilogramme,* le *kilogrammètre,* le *cheval-vapeur* de 75 kilogrammètres par seconde ou le *poncelet* de 100 kilogrammètres par seconde. Le mot *énergie* servira à désigner comme maintenant, sans spécification actuelle, le travail, la force vive, la chaleur, etc. **Mascart** : Au Congrès des électriciens, on a proposé le *kilowatt* qui vaut environ 102 kilogrammètres par seconde, pour unité de puissance. **Berthelot** regrette l'emploi des noms propres de savants pour désigner des unités d'un caractère universel. **Resal** (n° 14), au lieu du poncelet, propose le *quintalmètre* dont le sens est obvie ; il ne croit pas que l'on puisse arriver à ne plus regarder comme synonymes les mots *force* et *puissance.* **A. Giard** est parvenu à produire la phosphorescence chez les Tahtres et d'autres Crustacés, en leur inoculant des bactéries prises dans le sang d'individus phosphorescents de ces espèces. Ces bactéries tuent assez rapidement les crustacés qu'elles rendent phosphorescents.

N° 14. **A. Forel.** De ses propres expériences, de celles de His et de H. Schiller, on peut conclure, semble-t-il, que la cellule nerveuse ne change pas dans le courant de la vie, ne se reproduit jamais si elle est détruite et qu'il n'y a pas d'anastomoses dans les centres nerveux. La stabilité des éléments nerveux pendant la vie paraît pouvoir servir dans l'explication des phénomènes de mémoire. **P. Gibier.** Une température de 25 degrés centigrades, au-dessous de zéro, maintenue pendant deux heures, semble insuffisante pour tuer les trichines contenues dans des viandes fraîches.

P. M.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VINGT-SIXIÈME VOLUME

LIVRAISON DU 20 JUILLET 1889.

Les victimes de l'électricité, par **M. A. Witz** 5

La Chine et ses ressources industrielles, par **M. A. A. Fauvel** 28

Les inscriptions de Tell el-Amarna, par le **R. P. A. J. Delattre, S. J.** 79

Sismologie, étude des tremblements de terre, par le **R. P. Fr. Dehert, S. J.** 99

Le vol chez les Vertébrés, par **M. L. Dollo.** 146

Le Caucase préhistorique, d'après M. Ernest Chantre, par **M. A. Ducrost** 208

Bibliographie. — I. Henri Sainte-Claire Deville, sa vie et ses travaux, par Jules Gay. **M. C. de Kirwan** 232

II. La connaissance des temps évangéliques, par l'abbé Mémain. **J. d'Estienne**. 237

III. Les Champignons. Traité élémentaire et pratique de mycologie, etc., par J. Moyen. **M. C. de Kirwan.** . . . 243

IV. Les denrées alimentaires, leurs altérations et leurs falsifications ; conférences données au Grand Concours international de Bruxelles. **M. J.-B. André** 247

V. Lever des plans et nivellement, par Ch.-Léon Durand-Claye, André Pelletan et Charles Lallemand. **M. M. d'Ocagne.** 259

VI. La traite des nègres et la croisade africaine ; La barbarie africaine et l'action civilisatrice des missions catholiques au Congo et dans l'Afrique équatoriale, par Alexis M. G. **M. F. Van Ortroy** 272

VII. Mathématiques et mathématiciens, par A. Rebière. **P. M.** 278

VIII. De l'unification des heures dans le service des chemins de fer (Mémoire de l'Union des ingénieurs de Louvain). **L. C.** 283

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIQUE, par le **R. P. J. Delsaulx, S. J.** 285

GÉOLOGIE, par **M. X. Stainier.** 301

MINES, par **M. V. Lambiotte** 308

CHIMIE, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.** 313

GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy.** 324

VERTÉBRÉS, par **M. L. Dollo.** 333

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . . 343

LIVRAISON DU 20 OCTOBRE 1889.

L'HEURE UNIVERSELLE ET LE MÉRIDIEN INITIAL COSMOPOLITE, par le **Fr. Alexis M. G.** 353

LE PAVILLON FORESTIER DU TROCADÉRO A L'EXPOSITION UNIVERSELLE, par **M. C. de Kirwan** 371

LE VOL CHEZ LES VERTÉBRÉS (fin), par **M. L. Dollo** . . . 410

L'ASSYRIOLOGIE DEPUIS ONZE ANS, par le **R. P. A. J. Delattre, S. J.** 486

ÉTUDES SUR LE MAGNÉTISME ANIMAL : SON HISTOIRE, SON INFLUENCE, SES APPLICATIONS UTILES, SES DANGERS, par **M. le Dr E. Masoin** 521

LA CONSTITUTION DE L'ESPACE CÉLESTE D'APRÈS M. HIRN ET D'APRÈS LA THÉORIE ATOMIQUE MODERNE, par **Jean d'Estienne**. 542

BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de minéralogie, par M. A. de Lapparent, deuxième édition. **C. de l. V. P.** 565

II. Traité d'électricité et de magnétisme, par J. Clerk Maxwell, traduit par G. Seligmann-Lui, avec notes et éclaircissements par MM. Cornu, Potier et Sarrau. **Ph. G.** . . . 569

III. Éléments de statique graphique, par Eugène Rouché : Applications de la statique graphique, par Maurice Kœchlin. **M. M. d'Ocagne** 579

IV. Traité de sylviculture, et Cours de technologie forestière, par L. Boppe ; Botanique, paléophytologie et agronomie forestière, par M. P. Fliche ; plus particulièrement : Un reboisement, et Note sur les formes du genre Ostrya. **M. C. de Kirwan** 590

V. Algèbre, par M. G. de Longchamps, deuxième édition. **P. M.** 618

VI. Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines. **M. J.-B. André.** . . . 624

VII. L'Égypte au temps des Pharaons, par Victor Loret. **H. N.** 626

VIII. Évolution et transformisme. Des origines de l'état sauvage. Étude d'anthropologie, par le Dr P. Jousset. **J. G.** . . 629

IX. La Création et l'œuvre des six jours, par J. J. D. Swolfs, quatrième édition. **T. G.** 632

X. Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1889. **J. d'Estienne.** 633

XI. Dictionnaire apologétique de la foi catholique, par J.-B. Jaugey, avec la collaboration d'un grand nombre de savants catholiques. **J. d'Estienne.** 635

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André.** 642

HYGIÈNE, par **M. le Dr Ach. Dumont** 652

GÉOLOGIE, par **M. X. Stainier** 659

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE, par **J. G.** 666

VERTÉBRÉS, par **M. L. Dollo** 674

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . . 688

Brux., Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TREIZIÈME ANNÉE — TROISIÈME LIVRAISON

20 JUILLET 1889

BRUXELLES
BUREAUX DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1889

LIVRAISON DU 20 JUILLET 1889.

I. — LES VICTIMES DE L'ÉLECTRICITÉ, par **M. A. Witz**, p. 5.

II. — LA CHINE ET SES RESSOURCES INDUSTRIELLES, par **M. A. A. Fauvel**, p. 28.

III. — LES INSCRIPTIONS DE TELL EL-AMARNA, par le **R. P. A. Delattre, S. J.**, p. 79.

IV. — SISMOLOGIE, ÉTUDE DES TREMBLEMENTS DE TERRE, par le **R. P. Fr. Dehert, S. J.**, p. 99.

V. — LE VOL CHEZ LES VERTÉBRÉS, par **M. L. Dollo**, p. 146.

VI. — LE CAUCASE PRÉHISTORIQUE d'après M. Ernest Chantre, par **M. A. Ducrost**, p. 208.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Henri Sainte-Claire Deville, sa vie et ses travaux, par Jules Gay. **M. C. de Kirwan**, p. 232. — II. La connaissance des temps évangéliques, par l'abbé Mémain. **J. d'Estienne**, p. 237. — III. Les Champignons, Traité élémentaire et pratique de mycologie, etc., par J. Moyen. **M. C. de Kirwan**, p. 243. — IV. Les denrées alimentaires, leurs altérations et leurs falsifications ; conférences données au Grand Concours international de Bruxelles. **M. J.-B. André**, p. 247. — V. Lever des plans et nivellement, par Ch.-Léon Durand-Claye, André Pelletan et Charles Lallemand. **M. M. d'Ocagne**, p. 259. — VI. La traite des nègres et la croisade africaine ; La barbarie africaine et l'action civilisatrice des missions catholiques au Congo et dans l'Afrique équatoriale ; par Alexis M.-G. **M. F. Van Ortroy**, p. 272. — VII. Mathématiques et mathématiciens, par A. Rebière. **P. M.**, p. 278. — VIII. De l'unification des heures dans le service des chemins de fer (Mémoire de l'Union des ingénieurs de Louvain). **L. C.**, p. 283.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Physique, par le **R. P. J. Delsaulx, S. J.**, p. 285. — Géologie, par **M. X. Stainier**, p. 301. — Mines, par **M. V. Lambiotte**, p. 308. — Chimie, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.**, p. 313. — Géographie, par **M. F. Van Ortroy**, p. 324. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 333.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 343.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les douze premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser aux Bureaux de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La treizième année est sous presse.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétariat pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet, rue des Ursulines, 35.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TREIZIÈME ANNÉE — QUATRIÈME LIVRAISON

20 OCTOBRE 1889

BRUXELLES
BUREAUX DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1889

LIVRAISON DU 20 OCTOBRE 1889.

I. — L'HEURE UNIVERSELLE ET LE MÉRIDIEN INITIAL COSMOPOLITE, par le **Fr. Alexis M. G.**, p. 353.

II. — LE PAVILLON FORESTIER DU TROCADÉRO A L'EXPOSITION UNIVERSELLE, par **M. C. de Kirwan**, p. 371.

III. — LE VOL CHEZ LES VERTÉBRÉS (fin), par **M. L. Dollo**, p. 410.

IV. — L'ASSYRIOLOGIE DEPUIS ONZE ANS, par le **R. P. A. J. Delattre, S. J.**, p. 486.

V. — ÉTUDES SUR LE MAGNÉTISME ANIMAL : SON HISTOIRE, SON INFLUENCE, SES APPLICATIONS UTILES, SES DANGERS, par **M. le Dr E. Masoin**, p. 521.

VI. — LA CONSTITUTION DE L'ESPACE CÉLESTE D'APRÈS M. HIRN ET D'APRÈS LA THÉORIE ATOMIQUE MODERNE, par **Jean d'Estienne**, p. 542.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de minéralogie, par M. A. de Lapparent, deuxième édition. **C. de I. V. P.**, p. 565. — II. Traité d'électricité et de magnétisme, par J. Clerk Maxwell, traduit par G. Seligmann-Lui, avec notes et éclaircissements par MM. Cornu, Potier et Sarrau. **Ph. G.**, p. 369. — III. Eléments de statique graphique, par Eugène Rouché ; Applications de la statique graphique, par Maurice Koechlin. **M. M. d'Ocagne**, p. 579. — IV. Traité de sylviculture, et Cours de technologie forestière, par L. Boppe ; Botanique, paléophytologie et agronomie forestière, par M. P. Fliche ; plus particulièrement : Un reboisement, et Note sur les formes du genre Ostrya. **M. C. de Kirwan**, p. 590. — V. Algèbre, par M. G. de Longchamps, deuxième édition. **P. M.**, p. 618. — VI. Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines. **M. J.-B. André**, p. 624. — VII. L'Égypte au temps des Pharaons, par Victor Loret. **H. N.**, p. 626. — VIII. Evolution et transformisme. Des origines de l'état sauvage. Étude d'anthropologie, par le Dr P. Jousset. **J. G.**, p. 629. — IX. La Création et l'œuvre des six jours, par J. J. D. Swolfs, quatrième édition. **T. G.**, p. 632. — X. Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1889. **J. d'Estienne**, p. 633. — XI. Dictionnaire apologétique de la foi catholique, par J.-B. Jaugey, avec la collaboration d'un grand nombre de savants catholiques. **J. d'Estienne**, p. 635.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 642. — Hygiène, par **M. le Dr Ach. Dumont**, p. 652. — Géologie, par **M. X. Stainier**, p. 659. — Ethnographie et linguistique, par **J. G.**, p. 666. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 672.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 686.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les douze premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser aux Bureaux de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La treizième année est sous presse.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, aux Bureaux de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement aux Bureaux pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet, rue des Ursulines, 35.

MAR 15 1933
21-85390
Bruxelles

AMNH LIBRARY
100226226